

Handbuch

für digitale und lineare integrierte Schaltungen

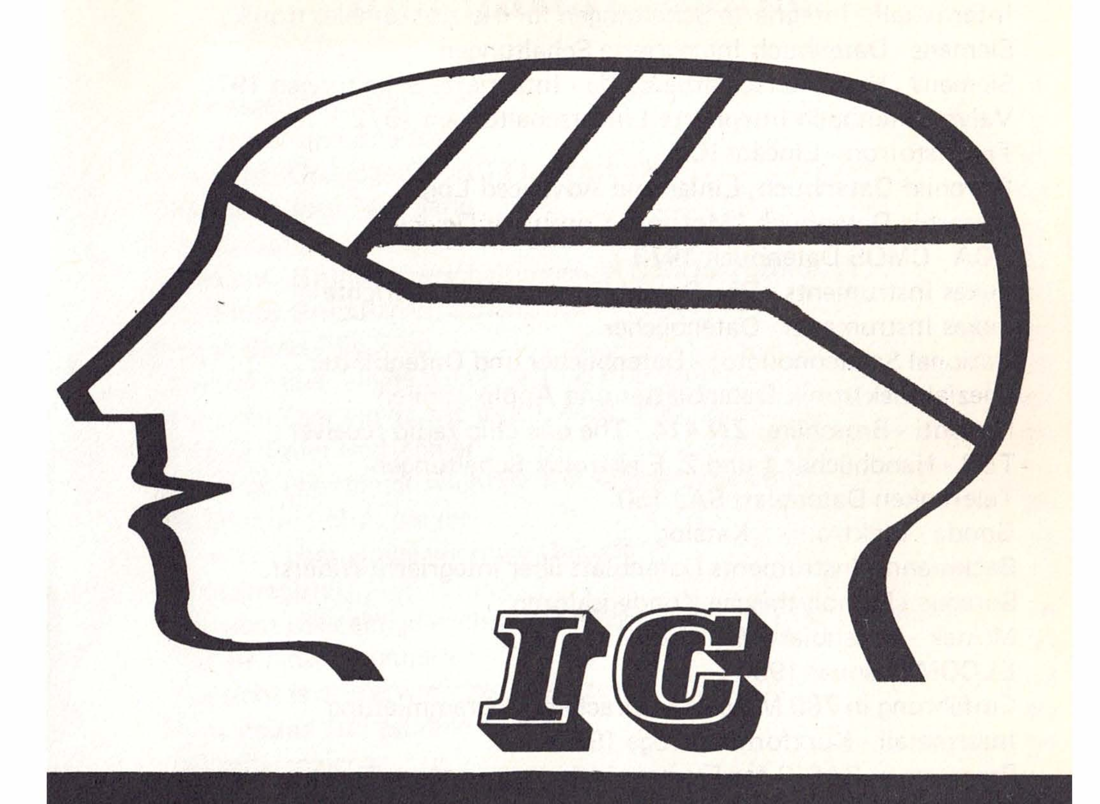
ISBN 3-921682- 04–5

Es kann keine Gewähr dafür übernommen werden, daß die in diesem Buche verwendeten Angaben, Schaltungen, Warenbezeichnungen und Warenzeichen, sowie Programmlistings frei von Schutzrechten Dritter sind. Alle Angaben werden nur für Amateurzwecke mitgeteilt. Alle Daten und Vergleichsangaben sind als unverbindliche Hinweise zu verstehen. Sie geben auch keinen Aufschluß über eventuelle Verfügbakeit oder Liefermöglichkeit. In jedem Falle sind die Unterlagen der Hersteller zur Information heranzuziehen.

Bei der Erstellung und Entwicklung der Programme wurde alles getan um mögliche Fehler zu erkennen und zu beseitigen. Es kann jedoch keine Haftung für logische oder syntaktische Fehler oder deren Folgeschäden übernommen werden.

7. Auflage 1980 (völlig neu überarbeitet)
Gedruckt in der Bundesrpublik Deutschland – Printed in West-Germany – Imprime' en RFA.

C. LORENZ



Handbuch

Für digitale und lineare integrierte Schaltungen

Quellenverzeichnis

Intermetall - Integrierte Schaltungen für die Konsumelektronik.
Siemens - Datenbuch Ingtegrierte Schaltungen
Siemens - Halbleiterschaltbeispiele - Integrierte Schaltungen 1970
Valvo Datenbuch Integrierte Linearschaltungen 1972
Transistotron - Lineare ICs
Fairchild Datenbuch, Liniar und Advanced Logik
Motorola Datenbuch "Motorala Consumer Devices"
RCA - CMOS Datenbuch 1973
Texas Instruments - Div. Datenblätter u. Appl. Berichte
Texas Instruments - Datenbücher
National Semiconductor - Datenbücher und Datenblätter.
Spezial Elektronik Datenblätter und Applikationen
Ferranti - Broschüre: ZN 414 - The one chip radio receiver
TBB - Handbücher 1 und 2, Elektronik Schaltungen
Telefunken Datenblatt SAJ 150
Gonda - Elektronik - Katalog
Beckmann - Instruments Datenblatt über integrierte Widerst.
Sprague - Monolythische Kondensatoren
Mostek - Datenblatt MK 5020 P
ELCOMP Januar 1980
Einführung in 780 Maschinensprachen Programmierung
Intermetall - Kurzformkataloge 1978
Programs in BASIC for Electronic Engineers, Keen Tracton
Hofacker (TAB) Verlag
Intersil Applikationsberichte von der Firma Spezial Electronic in Müchen u. Bückelburg.
Applikationsberichte der Firma Telefunken Heilbronn
Bausatzunterlagen der Firma KD-Elektronik (Bausätze erhältlich beim Fachhandel, Seite 237 - 243)

Inhaltsverzeichnis

Grundlagen Digitaltechnik 1
Logische Grundschaltung 9
Übersicht: Grundgatter in TTL - Technik 16
Anschlußbilder 74er Serie 18
C-MOS Gatterschaltungen 28
Übersicht: Grundgatterschaltungen in C MOS-Technik 31
Flip Flops Grundlagen, Schaltungen 32
Master Slave Flip Flop 40
Übersicht über einige wichtige TTL Flip Flop 43
Übersicht über einige wichtige C-MOS Flip Flop 44
Digitale Teiler und Zähler 45
Übersicht über einige wichtige TTL-Zählerbausteine 55
Decoder und Multiplexer 60
Übersicht über einige wichtige Dekoder 63
Schieberegister 74
Übersicht über einige wichtige Schieberegister in TTL - Technik 78
Digitale Anzeigeeinheiten 83
Übersicht über die wichtigsten Anzeigeeinheiten 86
Monostabile und astabile IC's 91
Halbleiterspeicher 97
Digitale Rechner IC's 101
Minicomputer mit 74181 103
Anschluss einer Teletyp mit RS 232 Schnittstelle an KIM-1 107
1 CHIP Rechner 110
Uhrenschaltkreise 115
Integrierte Schaltkreise für elektronische Orgeln 119
Operationsverstärker 124
Operationsverstärkerberechnung 140
Spannungskomparatoren 145
Integrierte Spannungsregler 150
Analoge Recheneinheit 158
NF Verstärker mit TCA 160 160
Übersicht über einige wichtige integrierte NF - Verstärker 162
NF Verstärker mit TAA263 163
NF Verstärker mit TAA611 u. TBA641 165
NF Verstärker mit TBA800 166

Rundfunk- und FS IC's 172
Anwendung Arrays 175
Schwellenwertschalter 179
Zeitgeber VCO Oszilatoren 183
Tongenerator mit 8038 188
IC für die KFZ Elektronik 190
IC MW Radio 192
Einsatz des U 221 B als kombinierter Schalter (Zweidrahtschalter). 194
Treppenlichtsteuerung mit U 221 B als Nullspannungsschalter 198
Intersil ICM 7217, ICM 7227 201
Takterzeugung für externen Takt 218
Ereigniszähler mit BCD-Ausgängen 219
8-stelliger Auf/Abzähler 220
Aufbau einer Uhr 221
Positionssteuerung/Anzeige für ein Bandgerät 224
Frequenzzähler/Tachometer 226
Preiswerter Frequenzzähler/Tachometer 227
Zusammenschaltung mit einer Flüssigkristall-Anzeige 231
Zusammenschaltung des ICM 7227 mit einem Mikroprozessor 231
CMOS Digitaler Begrenzungszähler (Saturating Digital Counter) . . . 234
15 W - Verstärker KV-12 237
Nachschall-Verstärker 239
Roulett 242

Grundlagen Digitaltechnik

1.1. Zahlensysteme

Um logische Verknüpfungen und deren technische Verwirklichung in den verschiedenen Logikfamilien zu verstehen, ist es erforderlich, sich mit binären Zahlen vertraut zu machen. Im binären Zahlensystem unterscheiden wir nur zwei Zustände. Die erste Zahl ist die "Null", die zweite Zahl ist die "Eins". Im Dezimalsystem welches wir täglich verwenden, kennen wir neun Ziffern und die Null. Jede Zahl wird dabei in der Form:

$$Z = Zo\ .10^0 + Z1.10^1 + Z2.10^2 + \ldots\ldots\ldots Zn\ .10^n$$

dargestellt, wobei die Zahl Z durch einfaches hintereinanderschreiben der Koeffizienten Z3,Z2,Z1,Zo usw. dargestellt wird. Zo ist dabei die Zahl mit dem kleinsten positiven Index. Bei gebrochenen Zahlen können danach auch noch negative Koeffizienten folgen.

Wollen wir z.B. die Zahl 756 darstellen, so können wir schreiben:

$$6.10^0 + 5.10^1 + 7.10^2$$
$$6 \quad + \quad 50 \quad + 700 \qquad = 756$$

Als Koeffizienten werden nur die Zahlen 0 - 9 zugelassen, da jeder größere Koeffizient sich durch Koeffzienten der nächst höheren Potenz darstellen läßt. Damit lassen sich nun alle Zahlen darstellen.
Das Besondere dieser Art der Zahlendarstellung ist, daß die Basis aller Potenzen die Zahl 10 ist.

Für Datenverarbeitungssysteme und logische Schaltungen sind andere Zahlensysteme geeigneter. Besonders das Dual - System oder Binär-System, welches als Basis die Zahl "Zwei " benutzt.

Das Binärsystem kennt nur die Zahlen "0" und "1" als Koeffizienten. Nachdem wir in diesem System die Zahl "1" gezählt haben, steht uns keine weitere Ziffer mehr zur Verfügung. Genau so wie im Dezimalsystem, wenn wir beim Zählen bei der Zahl "9" angekommen sind. Wir tun jetzt das gleiche im Binärsystem wie beim Dezimalsystem - wir gehen auf die zweite Stelle über.

0	1	10	Binärsystem
-	9	10	Dezimalsystem

So erhalten wir im Binärsystem bereits für die Dezimalzahl 2 den Wert 10 (Sprich Eins - Null). Jetzt können wir mit diesem Stellenvorrat noch weiterzählen, da die Null noch zur Eins werden kann und erhalten die binäre drei gleich 11 (Sprich Eins - Eins). Jetzt sind wieder alle verfügbaren Stellen aufgebraucht und wir müssen auf die nächste Stelle gehen. Die Zahl 100 ist im Binärsystem die Zahl 4, die 101 die 5 usw.

Die Zahl 756 würde im Binärsystem z.B. folgende Form mit Hilfe der Ziffern "0" und "1" annehmen:

$$756 = 0.2^0+0.2^1+1.2^2+0.2^3+1.2^4+1.2^5+1.2^6+1.2^7+0.2^8+1.2^9$$
$$756 = 0 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1$$
$$756 = 0 + 0 + 4 + 0 + 16 + 32 + 64 + 128 + 0 + 512$$

Wie beim Dezimalsystem erhält man eine Zahl jetzt durch Hintereinandersetzen der Koeffizienten. Dadurch erhält man für die Dezimal-Zahl 756 im Dualsystem den Ausdruck:

$$756_{10} = 1011110100_2$$

1.2 Rechnen mit Dualzahlen

Im Dualsystem wird wiefolgt addiert.

Addition:
0 + 0 = 0
1 + 0 = 1
0 + 1 = 1
1 + 1 = 0 mit Übertrag einer 1 auf die nächste Stelle.

Beispiel: 27 + 8 = 35

```
 11011 = 27
  1000 =  8
100011 = 35
```

Im Dualsystem wird wiefolgt subtrahiert. Subtraktion erfolgt durch die Addition des Einerkomplementes. Die Bildung des Einerkomplementes einer Dualzahl erfolgt duch stellenweises Ersetzen der "0" durch eine "1" und stellenweises Ersetzen der "1" durch eine "0".

Beispiel: Dualzahl 110011 - Einerkomplement davon ist 001100

Beispiel 14 - 7 = 7

```
               1110 = 14
                111 =  7
Kompl. v. 7 =   000
```

dieses Komplement wird zu der Zahl 1110 binär hinzuaddiert:

```
  1110
+  000
  1110
```

Der Übertrag der höchsten Stelle wird der niedrigsten Stelle gutgeschrieben - daraus ergibt sich

111 = Endergebnis.

1.3 Umwandlung von Dezimalzahlen in Binärzahlen

Hier gibt es verschiedene Methoden. Wir wollen nur eine herausgreifen, beschreiben und an Hand eines Beispiels erläutern.
Man spaltet die Dezimalzahl in Potenzanteile. Die Koeffizienten der einzelnen Potenzen ergeben sich durch schrittweises Dividieren durch die Basis.

Beispiel: Darstellung der Zahl 45 im Binärsystem.

45 : 2 = 22 Rest 1
22 : 2 = 11 Rest 0
11 : 2 = 5 Rest 1
5 : 2 = 2 Rest 1
2 : 2 = 1 Rest 0
1 : 2 = 0 Rest 1

Die Zahlen werden jetzt von unten nach oben gelesen und ergeben die Binärzahl $101101_2 = 45_{10}$

Bei der Umrechnung Binär in Dezimal bewertet man jede Stelle und zählt die Dezimalwerte zusammen.

Beispiel: 101101 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 = 45

Hexadezimalzahlen

Um einen Computer in Maschinensprache programmieren zu können, muß man mit verschiedenen Zahlensystemen umgehen können. Das hierbei am wichtigsten Zahlensystem ist neben dem binären und dezimalen das hexadezimale Zahlensystem (auch Sedezimal).

Das hexadezimale Zahlensystem hat als Basis die Zahl 16. Das Hexadezimalsystem eignet sich bestens für alie Microcomputer mit 4 Bit, 8 Bit und 16 Bit Organisation, da man durch 4 Bit Gruppen sehr leicht Einzeldaten Darstellen kann. Da 24 = 16 ist, kann man im Hexadezimalsystem die Zahlen 0 - 15_{10} in einer hexadezimalen Vierergruppe darstellen. Um dies jedoch auch praktisch ausführen zu können, muß man neue Symbole für die Dezimalzahlen 10 - 15 einführen. IBM hat hier die Buchstaben A - F festgelegt, die auch heute noch verwendet werden. Im Anfang der 50er Jahre hatte Bendix die Buchstaben U, V, W, X, Y und Z für Ihre Computersysteme eingeführt. Jetzt wollen wir auch noch die entsprechenden Rechenregeln hierfür besprechen und einige Beispiele durchgehen.

Addition zweier Hexadezimalzahlen:

$$
\begin{array}{r}
6E8 \\
+\,3CD \\
\hline
AB5
\end{array}
\qquad\qquad
\begin{array}{r}
= \quad 1768 \\
= + \quad 973 \\
\hline
2741
\end{array}
$$

Wobei sich die dezimalen Äquivalenzwerte der Hexadezimalzahlen wie folgt errrechnen lassen:

$$
\begin{aligned}
AB5_{16} &= (10 \times 16^2) + (\mathrm{II} \times 16) + (5 \times 1) = \\
&= \quad 2560 \quad + \quad 176 \quad + \quad 5 \quad = 2741_{10}
\end{aligned}
$$

Umrechnungstabelle

Dezimal	Hexadezimal	Binär
0	0	0
1	1	1
2	2	10
3	3	11
4	4	100
5	5	101
6	6	110
7	7	111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011
12	C	1100
13	D	1101
14	E	1110
15	F	1111

Die Subtraktion wird auch hier durch Addition des Komplements

erreicht. Das 16er Komplement wird wiefolgt gebildet. Sie ziehen einfach jede Stelle von F ab und zählen am Schluß 1 hinzu.

Beispiel:

```
   FFFF
 - D439
 ------
   2BC6
 +    1
 ------
   2BC7
```

Hexadezimale Additionstabelle

+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
1		2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10
2			4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11
3				6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12
4					8	9	A	B	C	D	E	F	10	11	12	13
5						A	B	C	D	E	F	10	11	12	13	14
6							C	D	E	F	10	11	12	13	14	15
7								E	F	10	11	12	13	14	15	16
8									10	11	12	13	14	15	16	17
9										12	13	14	15	16	17	18
A											14	15	16	17	18	19
B												16	17	18	19	1A
C													18	19	1A	1B
D														1A	1B	1C
E															1C	1D
F																1E

Mit dieser Tabelle können Sie einfach Hexadezimalzahlen bis F zusammenzählen.

Beispiel:		Dez		Hex
	F + 5 = 14	16	=	10
	15 + 5 = 20	17	=	11
		18	=	12
		19	=	13
		20	=	14

In der Programmierpraxis müssen wir oft von Dezimal in Hex oder umgekehrt umwandeln. Hin und wieder wird auch das binäre Equivalent benötigt. Hierzu nun einige Beispiele:

$2FB_{16} = ?_{10}$ Die Hexadezimalzahl 2FB soll in den entsprechenden Dezimalwert umgewandelt werden.

$(2 \times 16^2) + (F \times 16) + (B) = (2 \times 256) + (15 \times 16) + II$
$= 516 + 240 + II = 767$
Lösung: 2FB = 767

$352_{10} = ?_{16}$ Die Dezimalzahl 352 soll in die entsprechende Hexadezimalzahl umgewandelt werden.

352 : 16 = 22 Rest 0
22 : 16 = 1 Rest 6
1 : 16 = 0 Rest 1

Die Hexadezimalzahl lautet $160_{16} = 352_{10}$

Beispiel: Die Dezimalzahl 3278 soll in ihr hexadezimales Äquivalent verwandelt werden.

3278_{10} : 16 = 204 (204 x 16 = 3264)
3278 - 3264 = Rest 14 = E
204 : 16 = 12 (12 x 16 = 192)
204 - 192 = Rest 12 = C
12 : 16 = 0 Rest 12 = C

C C E

Kontrolle:

CCE_{16} = (C x 256) + (C x 16) + E
= 12 x 256 + 12 x 16 + 14
= 3072 + 192 + 14
= 3278

Diese Umrechnungsmethoden sind relativ umständlich, aber oft die einzige Methode, um ohne Spezialtaschenrechner oder Computer und Programm eine Basis umzurechnen.

Entwurf eines kleinen Computerprogrammes in BASIC

Hex- Umwandlung heraussuchen.

Hex Binär-Wandlung

```
READY.

 10 INPUT"INPUT HEX";A$
 20 L$=LEFT$(A$,1):R$=RIGHT$(A$,1)
 25 IFASC(L$)>70ORASC(R$)>70THENPRINT"INVALID CHARACTER":GOTO10
 27 PRINT7;6;5;4;3;2;1;0
 28 PRINT"--------------------------------"
 30 IFASC(L$)>64THEN100
 40 L=VAL(L$)
 50 ONL+1GOSUB200,210,220,230,240,250,260,270,280,290
 60 PRINT"  ": IFASC(R$)>64THEN160
 70 R=VAL(R$)
 75 ONR+1GOSUB200,210,220,230,240,250,260,270,280,290
 80 PRINTCHR$(13):GOTO10
 100 ONASC(L$)-64GOSUB300,310,320,330,340,350
 110 GOTO60
 160 ONASC(R$)-64GOSUB300,310,320,330,340,350
 170 PRINTCHR$(13):GOTO10
 200 PRINT" 0 0 0 0":RETURN
 210 PRINT" 0 0 0 1":RETURN
 220 PRINT" 0 0 1 0":RETURN
 230 PRINT" 0 0 1 1":RETURN
 240 PRINT" 0 1 0 0":RETURN
 250 PRINT" 0 1 0 1":RETURN
 260 PRINT" 0 1 1 0":RETURN
 270 PRINT" 0 1 1 1":RETURN
 280 PRINT" 1 0 0 0":RETURN
 290 PRINT" 1 0 0 1":RETURN
 300 PRINT" 1 0 1 0":RETURN
 310 PRINT" 1 0 1 1":RETURN
 320 PRINT" 1 1 0 0":RETURN
 330 PRINT" 1 1 0 1":RETURN
 340 PRINT" 1 1 1 0":RETURN
 350 PRINT" 1 1 1 1":RETURN
READY.
```

Hex Dezimal Umwandlung

```
READY.

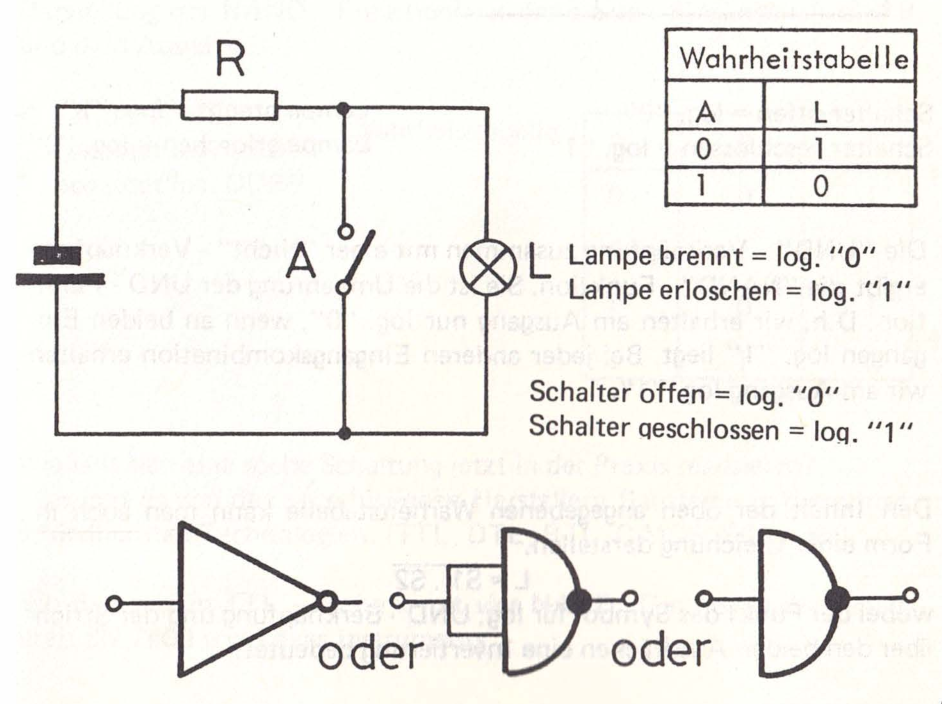
 10 INPUT"EINGABE HEX-ZAHL";H$:D=0
 20 FORI=1TOLEN(H$):A=ASC(MID$(H$,I,1))-48:IFA>16THENA=A-7
 25 IFA<0ORA>15THENPRINT"FEHLERHAFTES ZEICHEN IN EINGABE":GOTO2
 30 D=D*16+A:NEXT
 40 PRINT"DEZIMALER WERT VON $";H$;":";D
READY.
```

Logische Grundschaltungen

2.1 Die logischen Grundverknüpfungen

Die drei logischen Grundverknüpfungen UND, Oder und Nicht wurden in TBB - Band 1 auf Seite 33 ausfürhlich beschrieben. Diese Verknüpfungen finden jedoch in der praktischen Schaltungstechnik wenig Anwendung. Hier findet man heute weitgehend die Kombinationen aus UND und NICHT und aus Oder und Nicht.

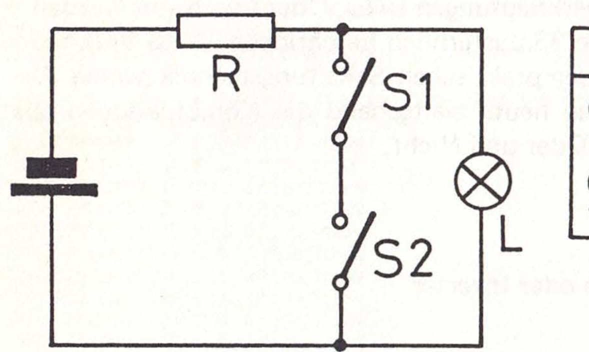
2.2 Die NICHT - Funktion oder Inverter



Wahrheitstabelle	
A	L
0	1
1	0

Diese Schaltung hat nur einen Eingang und nur einen Ausgang. Am Ausgang erscheint immer der invertierte Zustand des Einganges. Deutlich erkennt man den Zusammenhang an der obenstehenden Skizze. Ist der Schalter offen (dies entspricht log. "0") brennt die Lampe. Ist der Schalter geschlossen, (dies entspricht log. "1") ist die Lampe erloschen.

2.3 Die NAND - Funktion



S1	S2	L
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Schalter offen = log. "0"
Schalter geschlossen = log. "1"

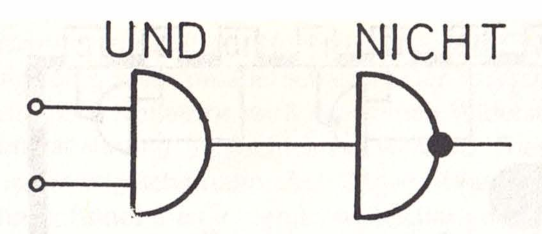
Lampe brennt = log. "1"
Lampe erloschen = log. "0"

Die "UND" - Verknüpfung zusammen mit einer "Nicht" - Verknüpfung ergibt die "NAND" - Funktion. Sie ist die Umkehrung der UND - Funktion. D.h. wir erhalten am Ausgang nur log. "0", wenn an beiden Eingängen log. "1" liegt. Bei jeder anderen Eingangskombination erhalten wir am Ausgang log. "1".

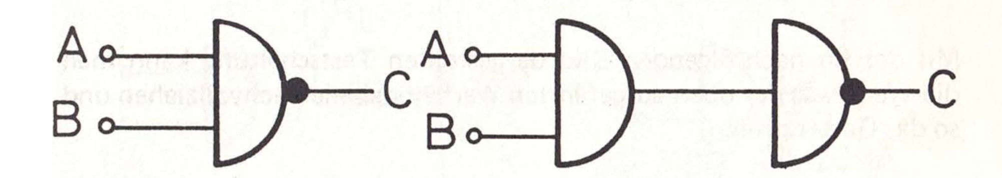
Den Inhalt der oben angegebenen Warheitstabelle kann man auch in Form einer Gleichung darstellen.

$$L = \overline{S1 \,.\, S2}$$

wobei der Punkt das Symbol für log. UND - Berknüpfung und der Strich über den beiden Ausdrücken eine Invertierung bedeutet.



Darstellung der NAND - Funktion aus NICHT und UND - Funktion



Darstellung der NAND - Funktion mit den beiden Eingängen A und B und dem Ausgang C

$C = \overline{A.B} = \overline{A} + \overline{B}$

. bedeutet log. UND

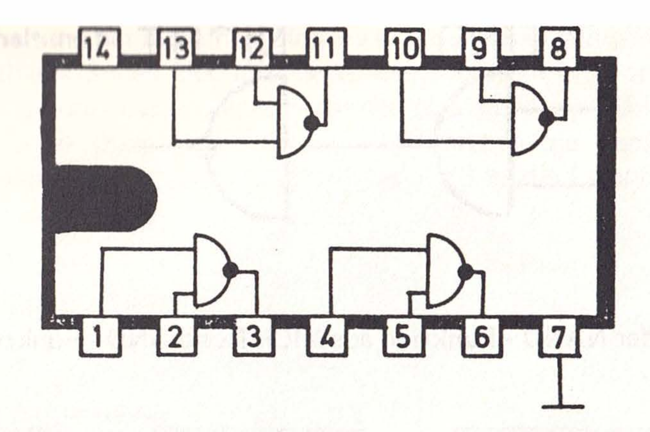
\+ bedeutet log. ODER

Wahrheitstabelle

A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

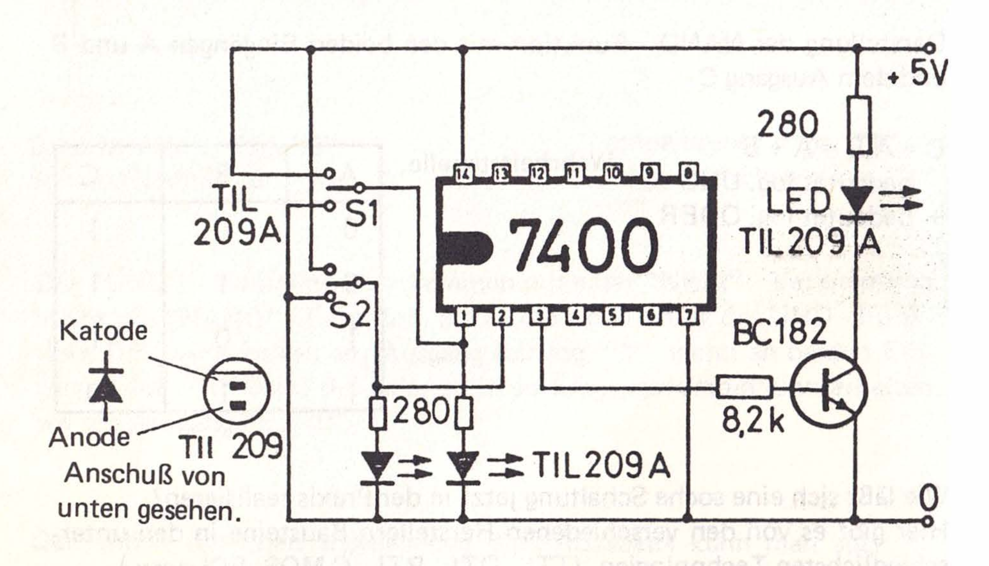
Wie läßt sich eine soche Schaltung jetzt in der Praxis realisieren?
Hier gibt es von den verschiedenen Herstellern Bausteine in den unterschiedlichsten Technologien. (TTL, DTL, RTL, C-MOS, ECL usw.)

Ein Baustein in TTL - Technik mit vier NAND - Gattern ist der Schaltkreis SN 7400 von Texas Instruments.



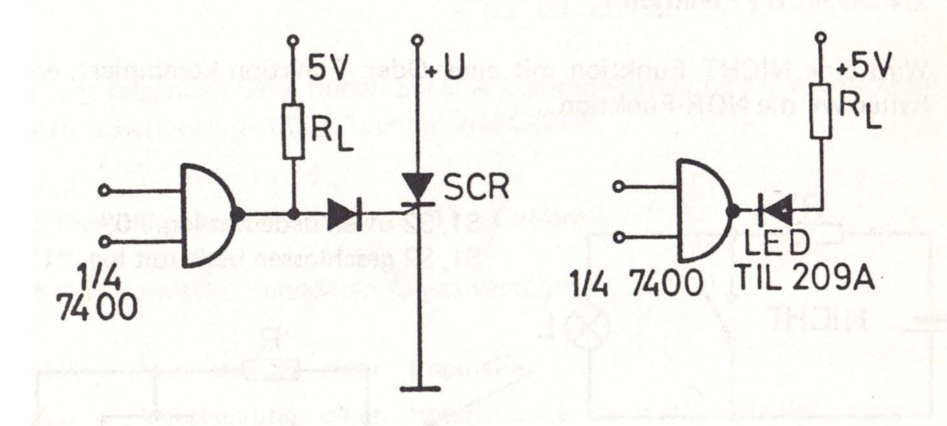
Mit der im nachfolgenden Bild dargestellten Testschaltung kann man die Werte aus der oben aufgeführten Warheitstabelle nachvollziehen und so das Gatter prüfen.

Lampe leuchtet bedeutet log. "1"
Lampe erloschen bedeutet log. "0"



Weiterhin gibt es Gatter mit offenem Kollektoranschluß. (SN 7401N) Sie stellen die gleiche logische Verknüpfung dar, bieten jedoch dem Anwender die Möglichkeit die Ausgänge mehrerer Gatter mit offenem

Kollektor zusammenzuschalten. Normalerweise darf man ein NAND - Gatter ausgangsseitig nicht parallel schalten. Der Ausgang eines NAND - Gatters mit offenem Kollektor muß über einen Widerstand an die positive Versorgungsspannung angeschlossen werden. Dies gilt auch bei mehreren zusammengeschalteten Ausgängen. Wie man diese Widerstände berechnet, findet man in den Datenbüchern der Hersteller.
Gatter mit offenem Kollektor verwendet man meist zur Ansteuerung externer Bauelemente, wie Thyristoren, VLEDs, Relais etc.



Bei der Bestimmung dieser Widerstände R_L und R muß folgendes beachtet werden:

R_L max Es muß genügend Laststrom im log. "1" Zustand fließen können.

R_L min Es muß sichergestellt werden, daß der maximale Strom (Sinkstrom) im Zustand log. "0" nicht überschritten wird.

Daraus:

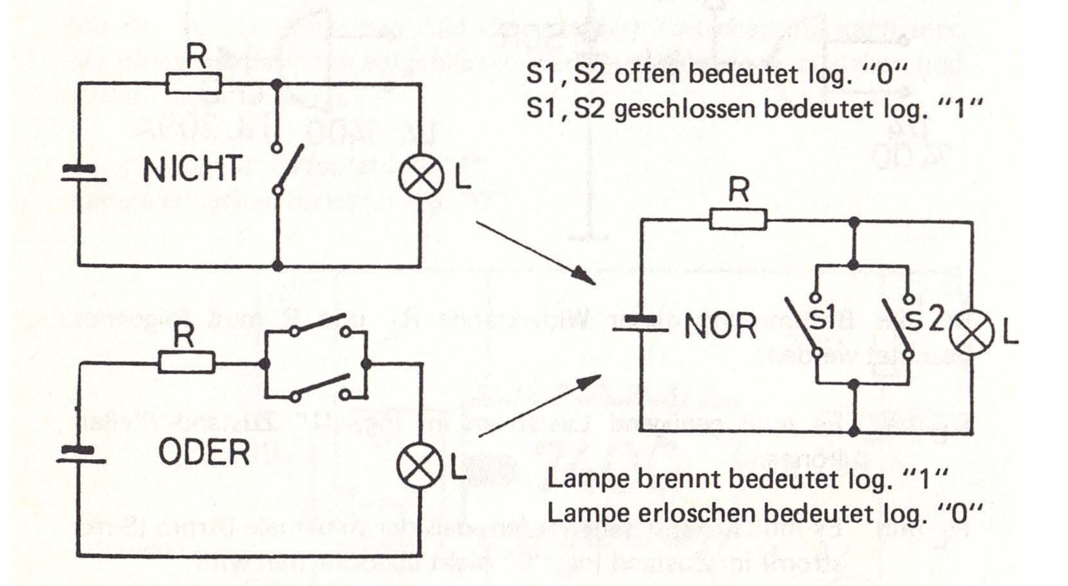
$$R_L\ max = \frac{Ub - 2{,}4V}{250\ uA + I_{Last}}$$

$$R_L\ min = \frac{Ub - 0{,}4V}{16mA - I_{Last}}$$

Beim Parallelschalten von Gattern muß beim Minimalwiderstand der Wert 250 uA mit der Anzahl der treibenden Gattern multipliziert werden. Der Laststrim I_{Last} muß mit der Anzahl der getriebenen Gatter multipliziert werden.
Beim Minimalwiderstand muß der Laststrom mit der Anzahl der getriebenen Gatter multipliziert werden.

2.4 Die NOR - Funktion

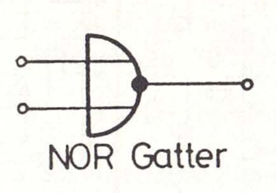
Wird eine NICHT Funktion mit einer Oder -Funktion kombiniert, erhalten wir die NOR-Funktion.

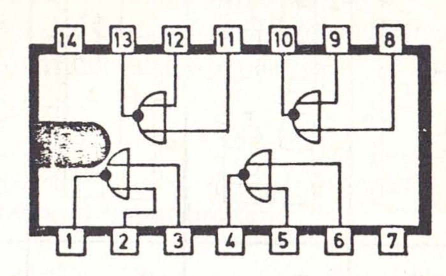


Wenn S1 oder S2 oder wenn beide Schalter geschlossen sind, brennt die Lampe nicht mehr. Daraus ergibt sich die Wahrheitstabelle:

S1	S2	Lampe
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

In der Praxis wird diese Funktion mit einem NOR - Gatter aus der TTL Serie SN 74XX oder aus der C-MOS Serie MC 1400 realisiert.





Auf der folgenden Seite finden Sie eine Zusammenstellung der wichtigsten Gatterfunktionen in TTL - Technik und C-MOS.

2.5 Dynamisches Verhalten von TTL - Gattern

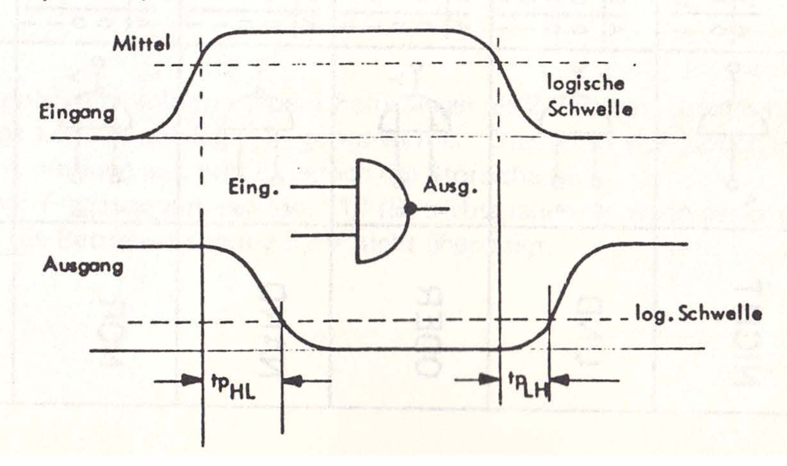
2.5.1 Dynamische Kenndaten (Signalverzögerungszeiten)

$t_{p\,HL}$ Verzögerung einer Impulsfla

$t_{p\,HL}$ Verzögerung einer Impulsflanke nach Durchlaufen eines Schaltkreises. Am Ausgang entsteht eine fallende Flanke.

t_{pLH} Verzögerung einer Impulsflanke, die am Ausgang als ansteigende Flanke erscheint.

t_{pd} Propagation delay time (Paarlaufzeit) $(t_{pHL} + t_{pLH})$



Log. Funktion	Symbol	Wertetab.	Funkt.	Darstellung mit NAND	Verlauf	Typen	Anschlußbild
NICHT		A Y 0 1 1 0	$Y = \overline{A}$			SN 7404 MC 4009	
UND		A B Y 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1	$Y = A.B$			SN 7408	
ODER		A B Y 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	$Y = A+B$			SN 7432	
NAND		A B Y 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	$Y = \overline{A.B}$			SN 7400 MC 14011	
NOR		A B Y 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0	$Y = \overline{A+B}$			SN 7402 MC 14001	
EX ODER		A B Y 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0	$Y=A.\overline{B}+\overline{A}.B$			SN 7486 CD 4030A	

Die Zahlenwerte für diese Daten können Sie den Datenbüchern der Hersteller entnehmen. Beim SN 7400 N NAND - Gatter beträgt z.B. t_{pHL} typ. 7ns. D.h. wenn am Eingang 1 des Gatters log. 1 liegt und Eingang 2 von log. 0 auf log. 1 wechselt, geht der Ausgang nach ca. 7 ns von log. "1" nach log. "0".

2.5.2 Anstiegszeiten - Abfallzeiten und Impulsbreiten

Definitionen:

Anstiegszeit	Zeit in der die Spannung von 0.6V auf 2,2V ansteigt (TTL)
Abfallzeit	Zeit in der die Spannung von 2,2V auf 0,6V abfällt (TTL)

Um einen sicheren Betrieb von TTL-Schaltkreisen zu gewährleisten, müssen Anstiegs- und Abfallzeiten in bestimmten Größenordnungen liegen.

Für Standard - TTL gilt beim Durchgang durch den Triggerpunkt kleiner 0,5 us/V . D.h. für Gatter, SSI und MSI - Schaltkreise gilt i.a. kleiner 1 us als Richtwert.

Die Impulsbreite sollte in jedem Falle länger als 29 ns sein. Unbenutzte Eingänge können auf log. "1" gelegt werden. Dies wirkt sich jedoch auf die Verlustleisung aus, erhöht jedoch die Störsicherheit.
Achtung: Eingänge nur auf log. "1" (Betriebsspannung) wenn gesichert ist, daß die Betriebsspannung 5,5V nicht übersteigt.

Anschlußbilder 74er Serie

Darstellung in Draufsicht

MIC . . 00, MIC . . 03

MIC . . 01

MIC . . 02

MIC . . 04, MIC . . 05, MIC . . 06, MIC . . 16

MIC . . 07, MIC . . 17

MIC . . 08, MIC . . 09

MIC . . 10, MIC . . 12

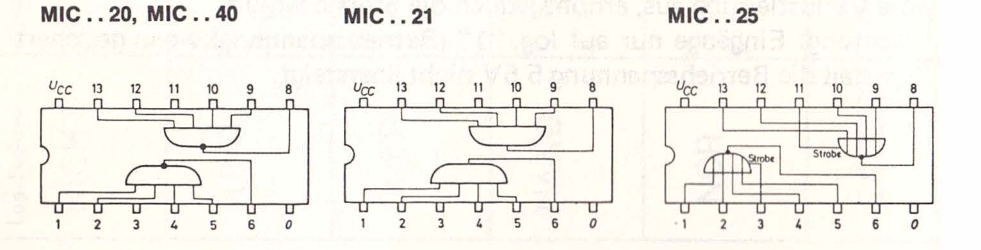
MIC . . 11

MIC . . 13

MIC . . 20, MIC . . 40

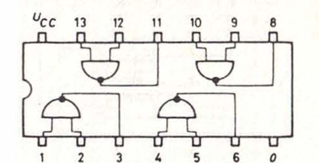
MIC . . 21

MIC . . 25

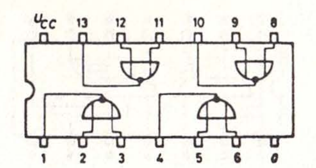




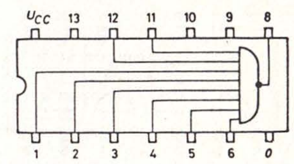
MIC . . 26



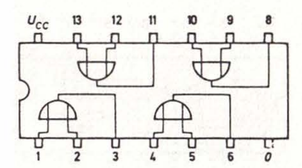
MIC . . 28, MIC . . 33



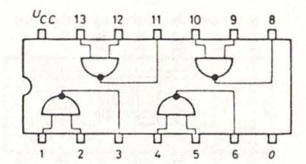
MIC . . 30



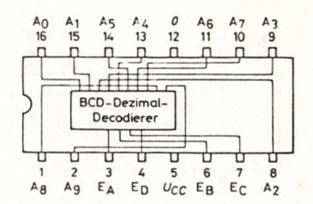
MIC . . 32



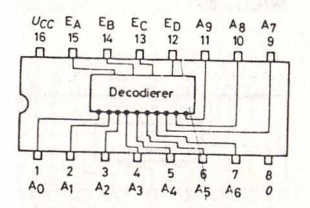
MIC . . 37, MIC . . 38



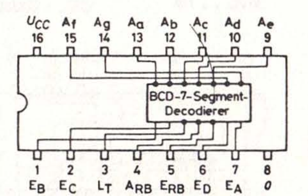
MIC . . 41 A



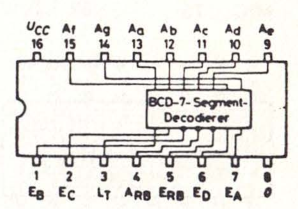
MIC . . 42 . . . MIC . . 45,
MIC . . 145



MIC . . 46, MIC . . 47



MIC . . 48



MIC . . 50

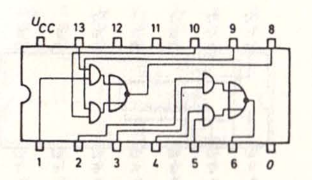
UCC 13 12 11 10 9 8

Koll.

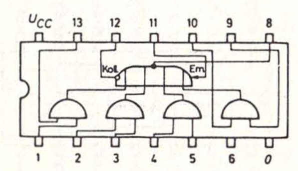
Em.

1 2 3 4 5 6 0

MIC . . 51

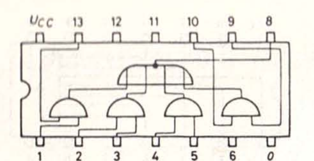


MIC . . 53

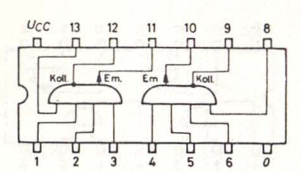




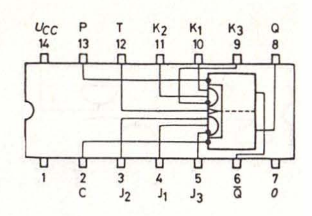
MIC..54



MIC..60



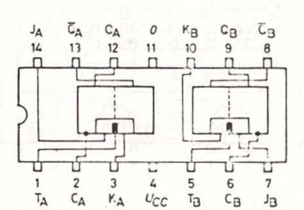
MIC..70



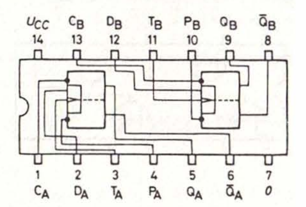
MIC..72

U_{CC} P T K_3 K_2 K_1 Q
14 13 12 11 10 9 8
1 2 3 4 5 6 7
C J_1 J_2 J_3 $\bar{Q}$ 0

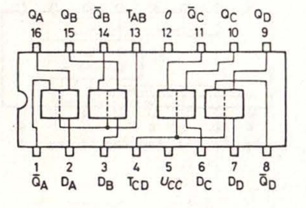
MIC..73



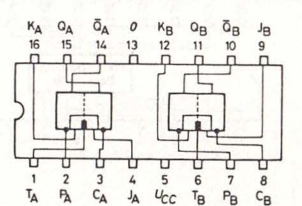
MIC..74



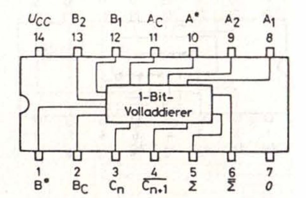
MIC..75



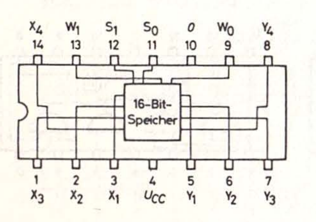
MIC..76



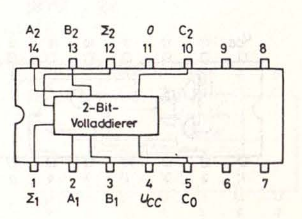
MIC..80



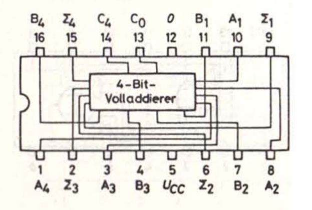
MIC..81



MIC..82

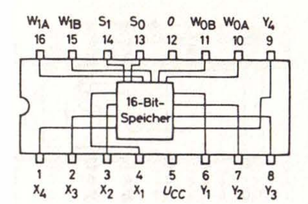


MIC..83

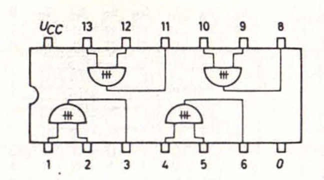




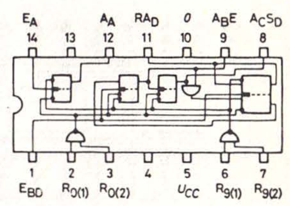
MIC . . 84



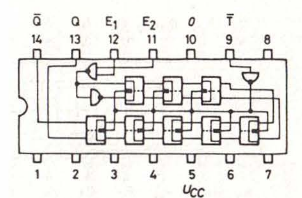
MIC . . 86



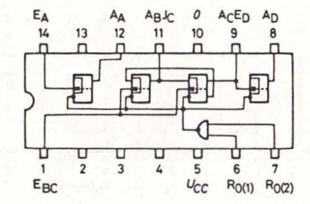
MIC . . 90



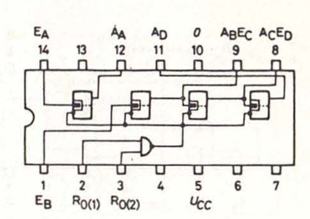
MIC . . 91 A



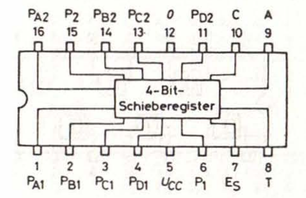
MIC . . 92



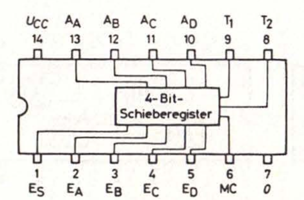
MIC . . 93



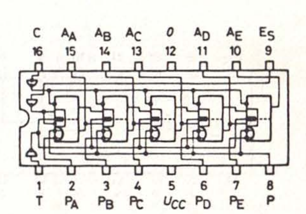
MIC . . 94



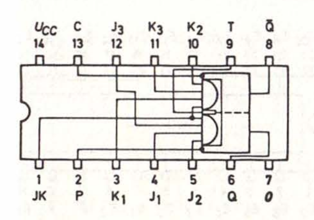
MIC . . 95



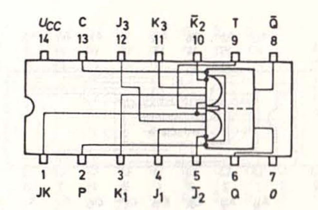
MIC . . 96



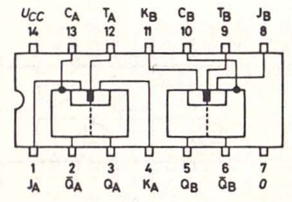
MIC . . 104



MIC . . 105



MIC . . 107



MIC . . 109

MIC . . 118

MIC . . 121

MIC . . 122 A

MIC . . 123 A

MIC . . 124

MIC . . 130, MIC . . 131

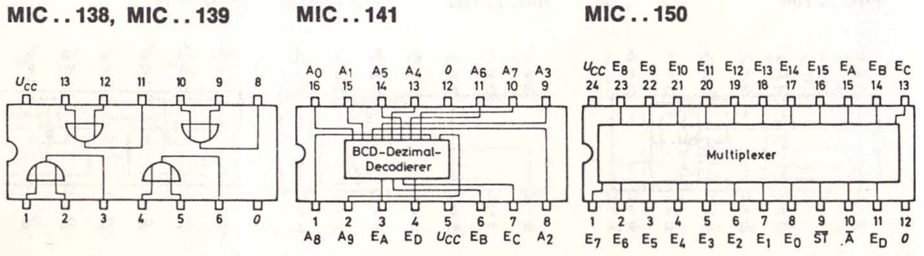
MIC . . 135

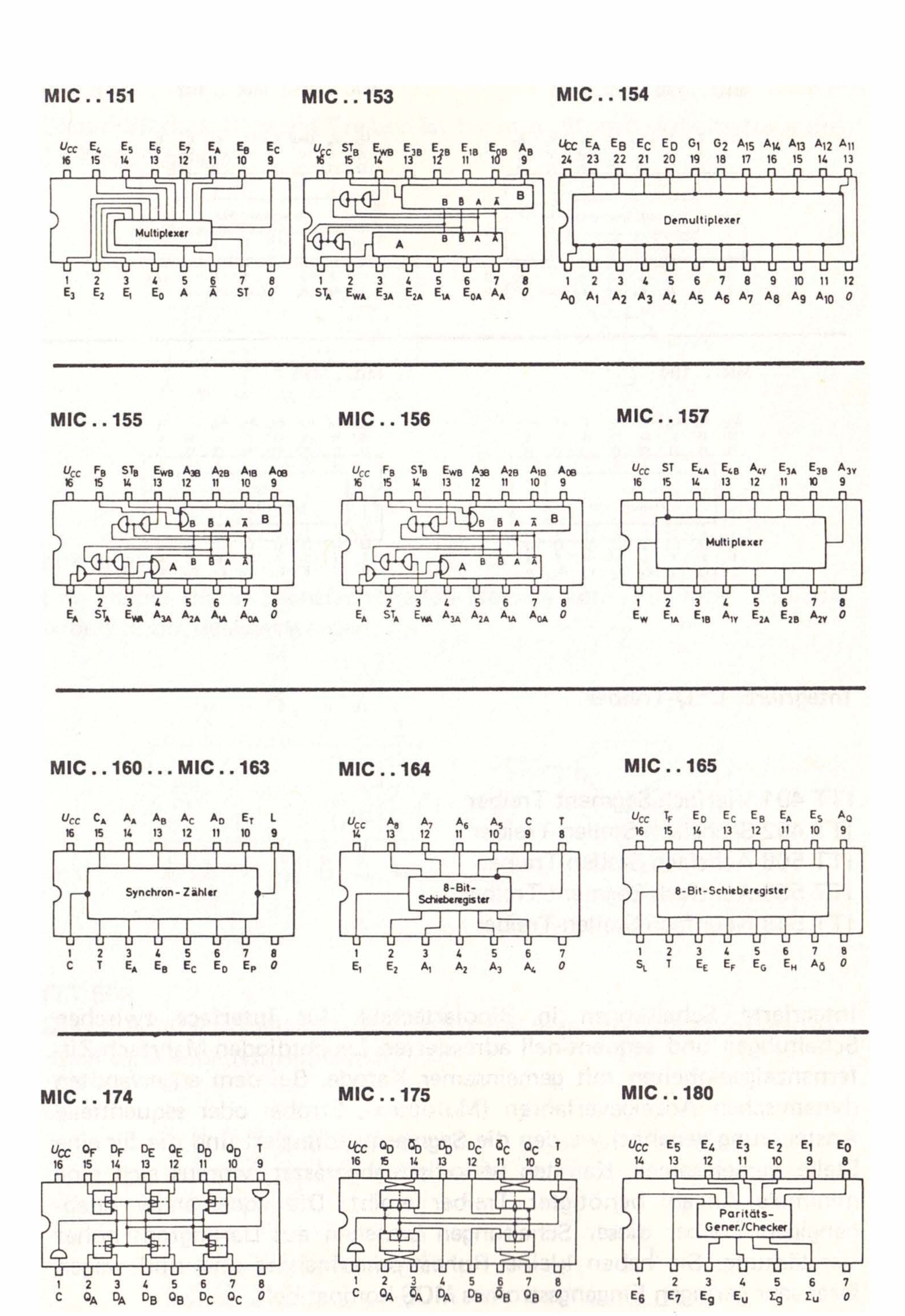
MIC . . 137

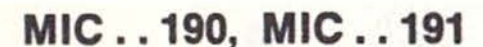
MIC . . 138, MIC . . 139

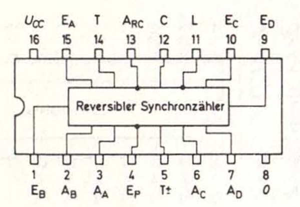
MIC . . 141

MIC . . 150

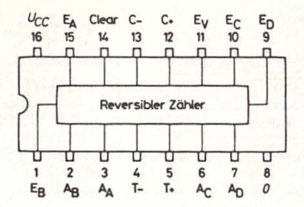



MIC .. 151
Multiplexer
MIC .. 153
MIC .. 154
Demultiplexer
MIC .. 155
MIC .. 156
MIC .. 157
Multiplexer
MIC .. 160 ... MIC .. 163
Synchron - Zähler
MIC .. 164
8-Bit-Schieberegister
MIC .. 165
8-Bit-Schieberegister
MIC .. 174
MIC .. 175
MIC .. 180
Paritäts-Gener./Checker

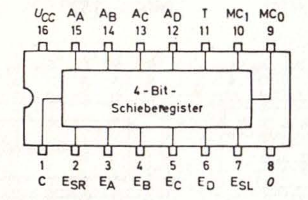




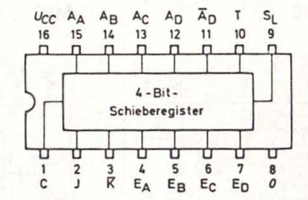
MIC . . 192, MIC . . 193



MIC . . 194



MIC . . 195



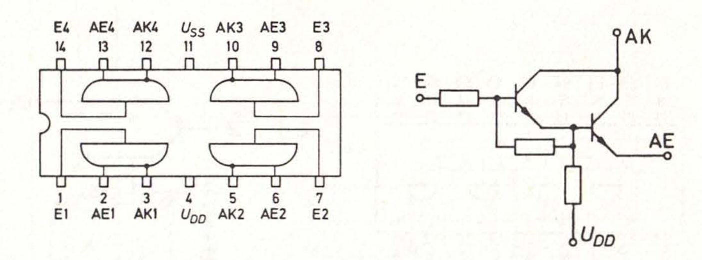
Integrierte LED-Treiber

ITT 491 Vierfach-Segment-Treiber
ITT 492 Sechsfach-Stellen-Treiber
ITT 508 Achtfach-Stellen-Treiber
ITT 509 Achtfach-Segment-Treiber
ITT 548 Neunfach-Stellen-Treiber

Integrierte Schaltungen in Bipolartechnik für Interface zwischen Schaltungen und sequentinell adressierten Leuchtdioden-Mehrfach-Ziffernanzeigeeinheiten mit gemeinsamer Katode. Bei dem angewandten dynamischen Anzeigeverfahren (Multiplex-, Strobe- oder sequentielle Ansteuerung genannt) werden die Segmente adressiert und die für eine Stelle gemeinsamen Katoden periodisch abgetastet, woraus sich eine minimale Anzahl benötigter Treiber ergibt. Die voneinander unabhängigen Treiber dieser Schaltungen bestehen aus Darlingtons hoher Verstärkung. Sie haben kleine Ruhestromaufnahme und sind wegen ihres sehr geringen Eingangsstromes MOS-kompatibel

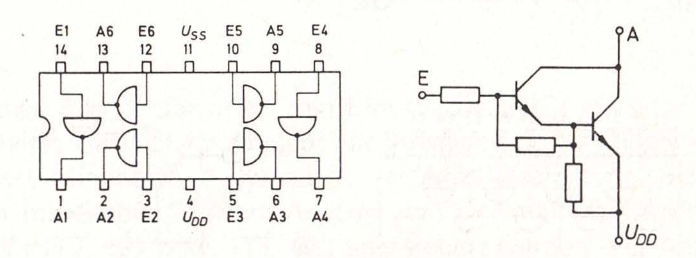
ITT 491

Dieser Vierfach-Segment-Treiber ist für max. 50 mA Arbeitsstrom pro Treiber ausgelegt.



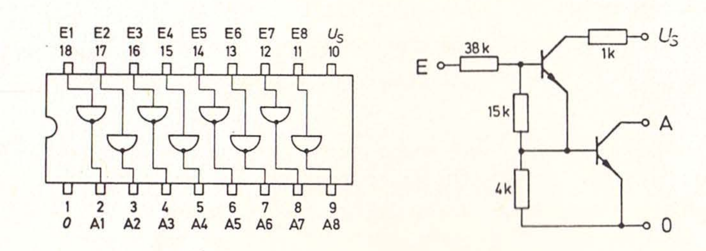
ITT 492

Ein Treiber dieses Sechsfach-Stellen-Treibers kann mit max. 250 mA Arbeitsstrom belastet werden.



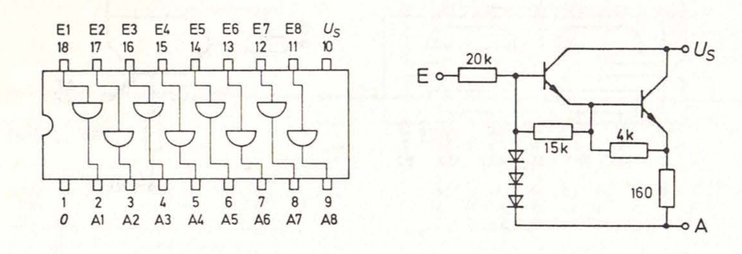
ITT 508

Dieser Achtfach-Stellen-Treiber liefert bei max. 500 μA Eingangstrom einen LED-Arbeitsstrom von 40 mA.



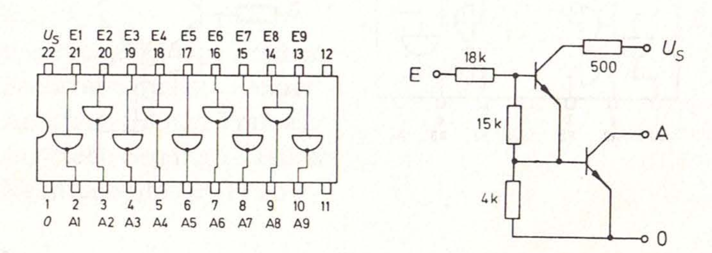
ITT 509

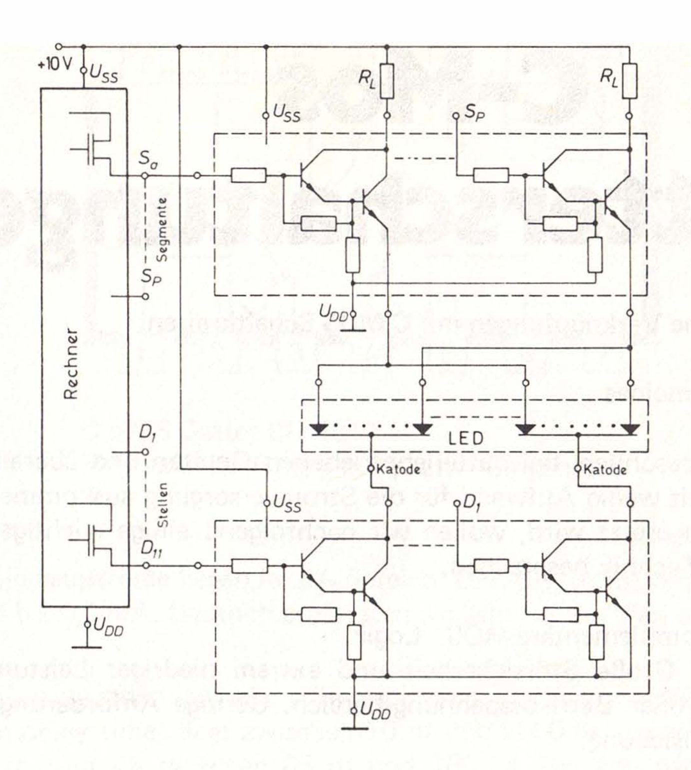
Dieser Achtfach-Segment-Treiber enthält acht 4,5-mA-Konstantstromquellen, deren Ausgangsströme untereinander um max. + 15 % differieren.



ITT 548

Dieser Neunfach-Stellen-Treiber liefert pro Treiber 60 mA LED-Arbeitsstrom bei I_{in} = 500 μA, dabei ist U_{OL} = 0,3 V.





Das obige Bild demonstriert den Einsatz dieser ICs in einem Kleinrechner. Dieses Beispiel für sequentielle Ansteuerung der einzelnen Stellen erfordert minimalen Aufwand in der Anzeigeschaltung. Bis zu zwölf Stellen mit Sieben-Segment-Anzeige und Dezimalpunkt können mit je zwei ICs ITT 491 bzw. ITT 492 angesteuert werden. Für Anzeigen mit acht Stellen ist nur je ein ITT 508 und ein ITT 509 erforderlich.

C-Mos Gatterschaltungen

2.6 Logische Verknüpfungen mit C.MOS Schaltkreisen

2.6.1 Allgemeines

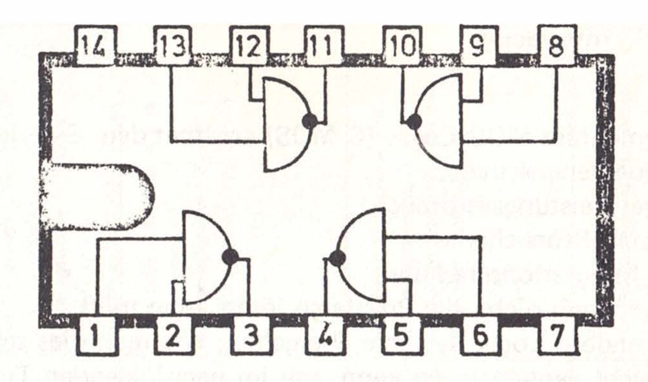
Da heute besonders bei batteriebetriebenen Geräten und überall dort wo man mit wenig Aufwand für die Stromversorgung auskommen will C MOS eingesetzt wird, wollen wir nachfolgend einige wichtige Teile aus dieser Technik besprechen.

C MOS - Complementäre MOS - Logik.
Merkmale: Große Störsicherheit und extrem niedriger Leistungsverbrauch. Großer Betriebsspannungsbereich. Geringe Anforderungen an die Netzteilsiebung.

Besonders ist zu beachten: Die Anschlüsse müssen zum Schutze vor hohen statischen Aufladungen immer durch ein leitendes Material kurzgeschlossen sein. Werkzeuge, Lötkolben etc. sollten geerdet sein. Während des Ein- und Auslötens unbedingt die Betriebsspannung abschalten. Signalgeber dürfen nicht an den Eingängen liegen, während die Versorgungsspannung noch angeschaltet ist. Alle nicht benutzten Eingänge müssen entweder auf Masse oder log. "1" gelegt werden. Luftfeuchtigkeiten größer 60 % rel. sollten während der Prüfzeiten vermieden werden.

2.6.2 NAND - Verknüpfungen mit C-MOS Gattern

Der C-MOS Gatterbaustein CD 4011A enthält vier NAND - Gatter mit je vier Eingängen. Die Snschlußbelegung unterscheidet sich von dem äquivalenten TTL - Baustein bis auf die Versorgungsspannungsklemme und Masse. Der Leistungsverbrauch des Bausteins liegt im uW-Bereich. Die Eingänge sind rel. hochohmig, die Ausgänge dagegen rel. niederohmig.



C MOS Gatter CD 4011
Vier NAND - Gatter mit je zwei Eingängen.

Die Eingangströme liegen im pA Bereich. Die Ausgangsströme liegen bei ca 0,1 bis 0,6 mA. Dadurch ergibt sich ein sehr hohes "Fan out".

Die Verzugszeiten zwischen Signaleingang und Signalausgang (Propagation delay time) liegt zwischen 10 ns und 2000 ns, je nach Type. Bei Gattern liegt sie zwischen 65 ns und 100 ns. Gattereingänge können parallelgeschaltet werden. Man erhält dadurch einen leichten Anstieg der Durchlaufzeit.

Ausgänge von NAND Gattern auf einem Chip können parallelgeschaltet werden. Es erhöht sich dadurch der Ausgangsstrom im "High" und "Low" Zustand.

High = log. "1"
Low = log. "0"

Die Umschaltschwelle liegt bei C MOS etwa bei der halben Betriebsspannung.

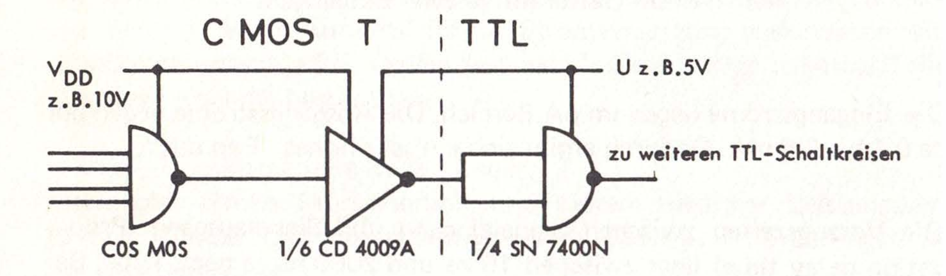
Alle sequentiellen Schaltungen wie Flip Flops, Zähler, Schieberegister etc. müssen mit einer minimalen Anstiegszeit von ca 15us/V angesteuert werden. In nicht swquentiellen Schaltungen und an Dateneingängen kann die Anstiegszeit der Impulse sehr groß sein.

2.7 C - MOS - Interfacing

Die komplementäre MOS Logik (C MOS) eröffnet dem Entwickler und Amateur neue Perspektiven.

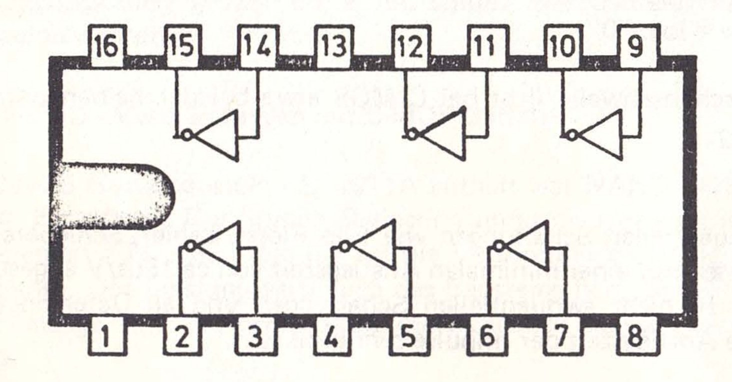
Geringer Leistungsverbrauch
Hohe stat. Störsicherheit
Hoher Integrationsgrad usw.

Aber es lassen sich nicht alle Probleme lösen. Man muß doch an vielen Stellen auf andere Logik-Systeme übergehen. Wie man dies schaltungstechnisch leicht verwirklichen kann, soll im nachfolgenden Teil gezeigt werden.



Für den Übergang von C MOS nach TTL kann der C MOS Inverterschaltkreis CD 4009A verwendet werden.

Das Anschlußbild des C MOS Inverters CD 4009A



Funktion	Symbol	RCA, MOT, TI, SGS	NSC	Beschreibung
NAND CD4011A MC14011 TP4011A MM74C00		V_{DD} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 V_{SS}	V_{DD} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 V_{SS}	Vier NAND -Gatter mit je zwei Eingängen. Betriebsspannung: 3 -15V Leistungsverbr. typ 10 nW Störsicherheit typ. 0,45 . U_{DD} Eingangswiderst. größer $10^{12}\Omega$ typ. Eingangsstrom typ. 10 pA
NOR CD4001A MC14001 TP4001A MM74C02		V_{DD} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 V_{ss}	V_{DD} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 V_{ss}	Vier NOR - Gatter mit je zwei Eingängen. Betriebsspannung 3-15V Leistungsverbr. typ 10 nW
INVERTER CD4009A MC14009 TP4009 MM74C04		V_{DD} 16 15 14 13 12 11 10 9 1 2 3 4 5 6 7 8 V_{ss}	V_{DD} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 V_{ss}	Sechsfach Inverter - Buffer Betriebsspannung 3-15V Leistungsverbr. typ. 50 nW Sinkstrom 8mA bei V_{DD} = 10V
NOR INVERTER CD4000A MC14000 TP4000A		V_{DD} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7	V_{DD} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7	Zwei NOR -Gatter mit je zwei Eingängen und ein Inverter Betriebsspannung 3-15 V C MOS Gatter Zusammenstellung

Flip Flops Grundlagen, Schaltungen

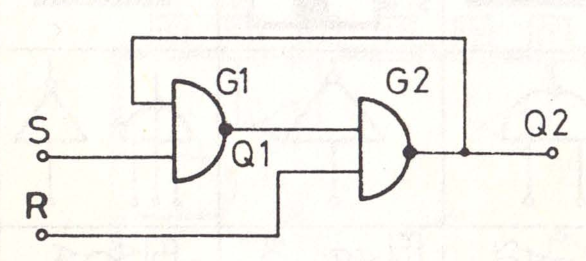
3. Flip Flops und deren Schaltungstechnik

3.1 Allgemeines

Flip Flops gehören zu den einfachsten Schaltungsanordnungen zur Speicherung binärer Informationen. Ein Flip Flop (FF) hat zwei stabile Zustände und gehört bereits zu den sequentiellen logischen Schaltungen Das einfachste aller Flip Flops ist das RS - Flip Flop. Wir wollen hier nicht mehr auf FF aus diskreten Bauelementen eingehen, sondern gleich die FFs aus den uns schon bekannten Gattern aufbauen. Es wird heute auch niemand mehr in der Praxis ein Flip Flop aus Gattern aufbauen. Hier gibt es heute für jeden Anwendungsfall den richtigen Flip Flop Typ.
Zum besseren Verständnis der Zusammenhänge wollen wir hier jedoch die wichtigsten Typen aus Gatterschaltungen aufbauen.

3.2 Das RS - Flip Flop

Schaltet man zwei NAND Gatter nach untenstehendem Schema zusammen, erhält man ein RS - Flip Flop.



Flip Flop aus zwei NAND - Gattern

L = log "1"
0 = log "0"

L = log. "0"
H = log "1"

R	S	Q1	Q2
0	0	?	?
0	L	0	L
L	0	L	0
L	L	Q1	Q2

Zum Verständnis dieser Schaltung legen wir an die Eingänge R und S nacheinander die vier möglichen Kombinationen.

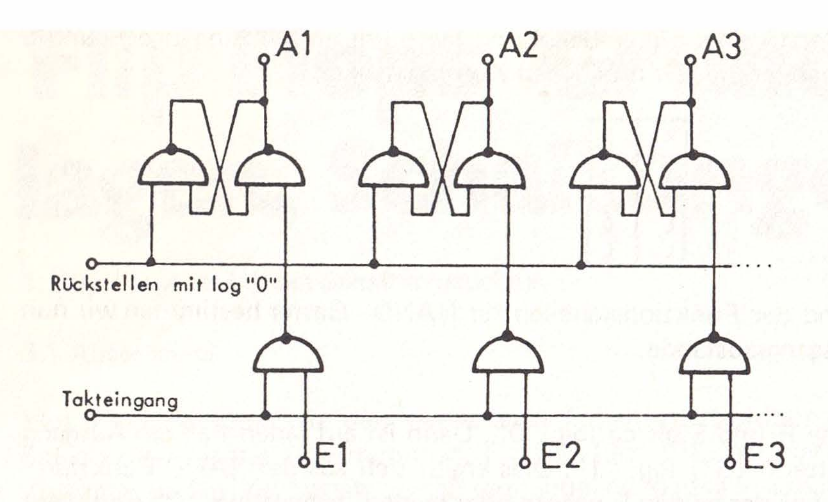
R	S
0	0
0	L
L	0
L	L

An Hand der Funktionstabellen für NAND - Gatter bestimmen wir nun die Ausgangszustände.

Eingänge R und S gleich log. "0". Dann ist auf jeden Fall am Ausgang von Gatter 1 (G1) log. "1". Dies ergibt sich aus der NAND Funktion - wenn einer der beiden Eingänge oder beide Eingänge log. "0" sind, liegt am Ausgang immer log. "1" - d.h. der Ausgang Q1 ist log. "1". Da der Eingang R jedoch auch auf log. "0" liegt, muß am Ausgang Q2 auch log. "1" herrschen. Dieser Zustand ist jedoch nicht stabil, weil innerhalb der Rückkopplungsschleife das Signal nach jedem Gatter invertiert sein muß. Wird die Eingangsinformation R = log. "0" und S = log. "0" weggenommen, fällt das Flip Flop am Ausgang Q2 in einen beliebigen Zustand.

Für die Eingangskombination R = log. "0", S = log. "1" ergibt sich aus der NAND-Funktion R = log. "0", damit ist der Ausgnag Q2 am Gatter Gatter G2 bereits festgelegt. Er ist log. "1". Diese log. "1" überträgt sich an den Gattereingang von G1. Hier steht jetzt an jedem Eingang eine log. "1". D.h. der Ausgang ist log. "0". Diese log. "0" zusammen mit R = log. "0" ergibt auch wieder die geforderte log. "1" am Ausgang von Gatter 2. D.h. dieser Zustand ist stabil.
Der Wechsel nun auf Eingang R = log. "1" und Eingang S = log. "1" bringt ein Wechsel des Ausgangszustandes. Q1 wird log. "1" und Q2 wird log. "0".

Es wird immer die Information, welche an R anliegt an den Ausgang Q1 gebracht, die Information am Eingang S wird an den Ausgang Q2 gebracht. Wie man damit einen ganz einfachen Speicher aufbauen kann, zeigt folgende Schaltung.



Einfacher zwischenspeicher mit RS-Flip Flops

Legt man am Takteingang log "1" an, so erscheint am Ausgang der Eingangsgatter die invertierte Eingangsinformation. Diese geben wir nun an die Flip Flop Eingänge. Am FF-Ausgang erscheint diese Information dann invertiert. Dadurch gelangt die Information von den Eingängen E1 -E3 an die Ausgänge A1-A3.

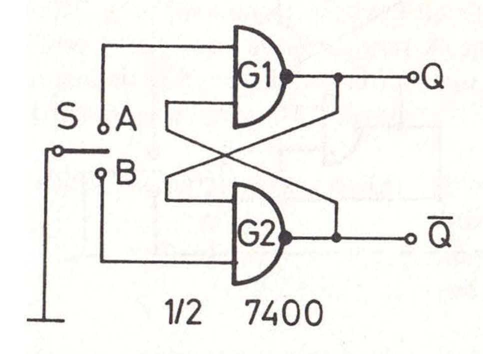
Mit dem Takt auf log. "0" und der Rücksetzleitung auf log. "0" werden alle Ausgänge auf log. "0" gesetzt. Man kann eine neue Information anlegen. Die Schaltung lässt sich mit drei SN 7400 N aufbauen.

3.3 Prellfreie Schalter

Werden logische Pegel über mechanische Schalter an digitale Schaltungsanordnungen gelegt, entstehen erhebliche Prellungen. Diese Schwingungen am Kontakt verursachen einen mehrmaligen Wechsel der Polarität und somit eine Fehlinformation. Oft kommt es jedoch in der Praxis vor, daß Impulse oder logische Pegel von Hand in eine Schaltung eingegeben werden müssen. Hierzu verwendet man prellfreie Schalter.

Die hier beschriebene Tastenprellschaltung besteht aus einem RS -Flip

Flop und einem zweipoligen Schalter. Die Anordnung nutzt das Kippverhalten des RS FFs aus und kippt bereits bei der ersten neg. Flanke.

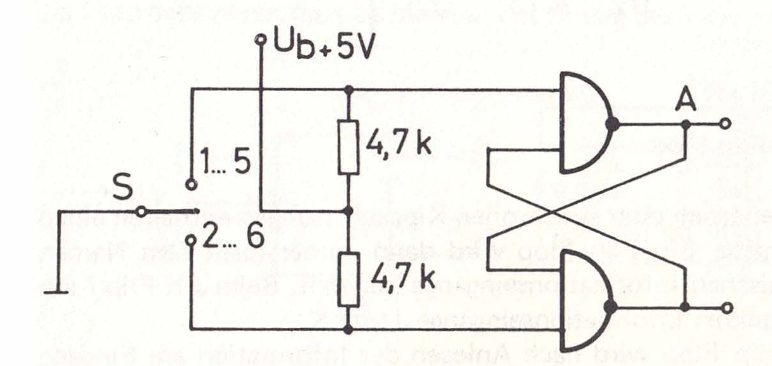


Schalterstellung	Q	$\overline{Q}$
A	H	0
B	0	H

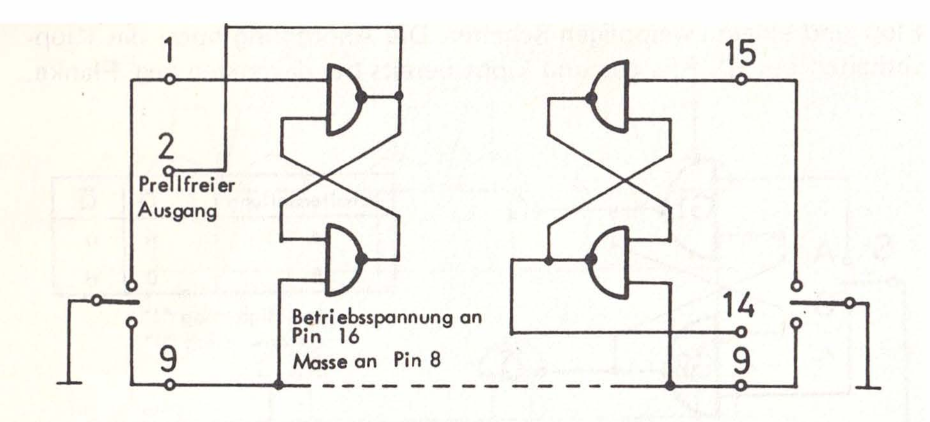
H = High = log "1"
L = Low = log "0"

3.4 Schaltbeispiele zur Tastenentprellung mit 7400 und 74118

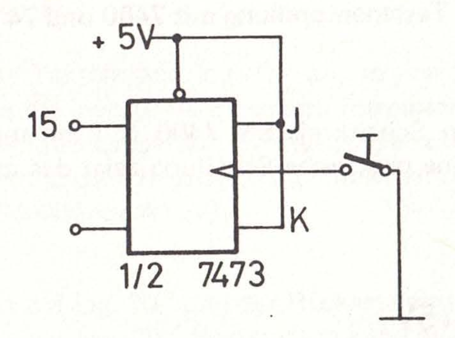
Mit einem integrierten Schaltkreis SN 7400 N kann man zwei Umschalter entprellen. Eine praktische Schaltung zeigt das untenstehende Bild.



Müssen mehrere Tasten entprellt werden, eignet sich der Baustein 74118 bestens. Er enhält ein achfaches Speicher Flip Flop. Auch hier werden als Schalter Umschaltkontakte benötigt.



Sind als Tasten keine Umschaltkontakte vorhanden, kann ein Flip Flop vorgeschaltet werden



3.5 Das J - K Flip Flop

Alle taktgesteuerten oder synchronen Kippschaltungen enthalten einen sog. Takteingang. Ein Flip Flop wird dann immer nach dem Namen seiner dynamischen Informationseingänge benannt. Beim J-K Flip Flop heißen diese beiden Informationseingänge J und K.
Bei diesem Flip Flop wird nach Anlegen der Information am Eingang noch nicht gleich eine Änderung des Ausgangszustandes hervorgerufen. Es wird weiterhin noch ein Impuls (bzw. Flanke) benötigt. Diese Tatsache ermöglicht es in einem System mehrere Flip Flops synchron mit einem Takt zu steuern. Jetzt gibt es noch verschiedene Möglichkeiten, wie der Clock bzw. Takt aufgefasst werden kann.

1. DC oder Flankengetriggert
2. AC gekoppelte Flip Flops
3. Master Slave Flip Flops

1. DC oder flankengetriggerte Flip Flops

Diese Flip Flops ändern ihren Ausgangszustand entsprechend der anliegenden Eingangsinformation nur während der ansteigenden oder abfallenden Flanke des Taktes.

Positiv flankengetriggert heißt: Bei der steigenden Flanke wird die Information an den Eingängen übernommen und sofort zum Ausgang gebracht. SN 7470 N

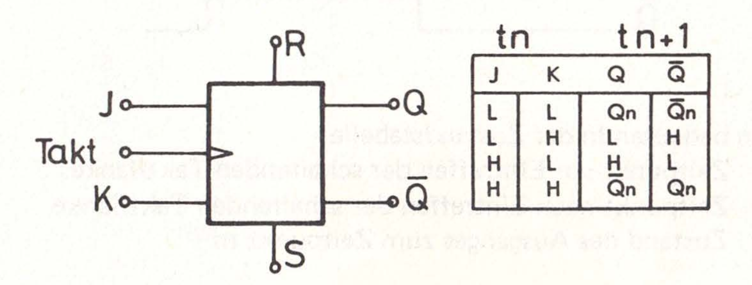
Negativ flankengetriggert heißt: Bei der abfallenden Flanke des Taktes wird die Information der Eingänge übernommen und sofort zum Ausgang übertragen. SN 74 H 101, SN 74 H 103,

2. AC - gekoppelte Flip-Flops

werden meist nur in der DTL - Technik verwendet.

3. Master Slave Flip Flops

Diese Flip Flops bestehen aus zwei Latches (RS - Flip Flop). Das erste Flip Flop bezeichnet man als Meister, das zweite als Slave.



tn		tn+1	
J	K	Q	$\overline{Q}$
L	L	Qn	$\overline{Q}$n
L	H	L	H
H	L	H	L
H	H	$\overline{Q}$n	Qn

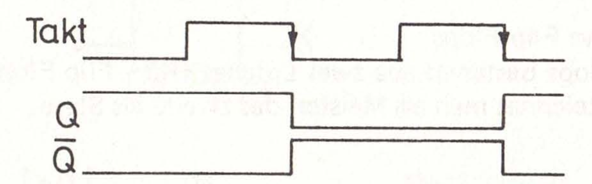
Obenstehendes Bild zeigt das Schaltsymbol eines J-K Master Slave Flip Flops sowie dessen Zustandstabelle. (negativ flankengetriggert)

Die Eingangsinformation gelangt mit der abfallenden Taktflanke an den Ausgang-

L an Klemme R setzt den Ausgang Q auf L
L an Klemme S setzt den Ausgang Q auf L
J und K sind die Vorbereitungseingänge
R und S sind die Setzeingänge
Takt = Takteingang

In der Praxis finden wir diese Flip Flops in der Type SN 7472 N. Die Signale an den J und K Eingängen können das Flip Flop nicht beeinflussen, sondern bereiten nur das Flip Flop vor. Eine Ausnahme bilden die Set-Reset Eingänge R und S. Über diese Eingänge kann man das Flip Flop unabhängig vom Takt in eine bestimmte Ausgangslage bringen.

Beschreibung der Zustandtabelle.
Sind die Eingänge J und K gleich log. "0", übt der Takt keinen Einfluß aus, d.h. der vorherige Ausgangszustand bleibt erhalten. Sind die Eingänge J und K jedoch auf log. "1", wechseln die Ausgänge bei jeden Taktimpuls von log. "0" auf log. "1" und umgekehrt. Da der Ausgang nur auf der negativen Flanke umschaltet, entsteht aus einem J - K Master Slave Flip Flop mit offenen Eingängen ein Binärteiler.



Weiterhin bedeuten in der Zustandstabelle:

tn	Zeitpunkt vor Eintreffen der schaltenden Taktflanke
tn + 1	Zeitpunkt nach Eintreffen der schaltenden Taktflanke
Qn	Zustand des Ausganges zum Zeitpunkt tn

3.6 Aufbau eines Master Slave Flip Flops aus Gattern

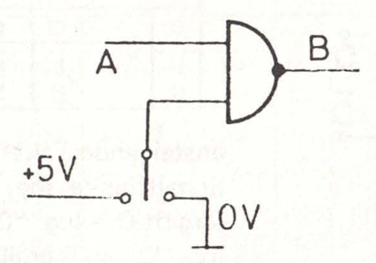
Zum Verständnis wollen wir hier den Aufbau eines Master Slave Flip Flops aus Gattern besprechen. Die Gesamtschaltung finden Sie auf der folgenden Seite.

Erforderliche Bauelemente:
2 Stück SN 7400 N - 4 NAND - Gatter mit je zwei Eingängen.
1 Stück SN 7420 N - 2 NAND - Gatter mit je vier Eingängen.
1 Stück SN 7410 N - 3 NAND - Gatter mit je drei Eingängen.

3.6.1 Schaltungsbeschreibung
Die Anordnung besteht aus zwei hintereindergeschalteten RS - Flip Flops. (Master und Slave)

Master Slave Flip Flop

Master und Slave Teil werden mit entgegengesetztem Takt angesteuert. Die Negierung erfolgt über das Gatter G9.
Um die Funktion der einzelenen Gatter besser zu verstehen, wollen wir noch einmal die Funktion des NAND - Gatters entsprechend beleuchten:



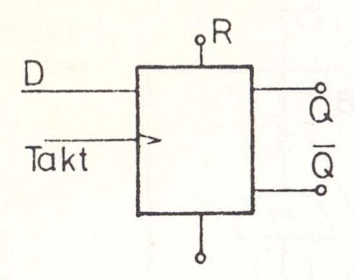
Schalter auf + 5V - Information gelangt von A nach B, jedoch invertiert.
Schalter auf Masse - Information kann das Gatter nicht passieren, der Ausgang bleibt immer auf log. "1".
Man kann das Gatter auf diese Weise wie eine Torschaltung betrachten.

Der Anschluß Clear liegt auf log. "1". Mit der ansteigenden Taktflanke wird die an den Eingängen J und K anstehende Information invertiert in das Master Flip Flop eingegeben. Die Gatter 5 und 6 (Tor 2) werden mit der positiven Taktflanke gesperrt. Die negative Taktflanke Flanke öffnet das Tor 2 wieder und läßt die Informationen in den Slave Teil passierten. Das Master Tor 1, Gatter 1 und 2 wird gesperrt. Die Information steht am Ausgang.

3.7 Das D - Flip Flop

Ein weiteres nicht unbedeutendes Flip Flop ist das D - Flip Flop. Es besteht auch nur als getaktetes oder synchrones Flip Flop. Es hat einen mit "D" bezeichneten Informationseingang und wird von der ansteigenden Flanke getriggert.
Der TTI - Schaltkreis SN 7474N z.B. enthält zwei D-Flip Flop in einem Gehäuse. Mit jeder ansteigenden Flanke übernimmt das D-Flip Flop die am Eingang anliegende Information und gibt sie bei der nächsten ansteigenden Flanke an den Ausgang weiter. Man nennt das D - Flip Flop

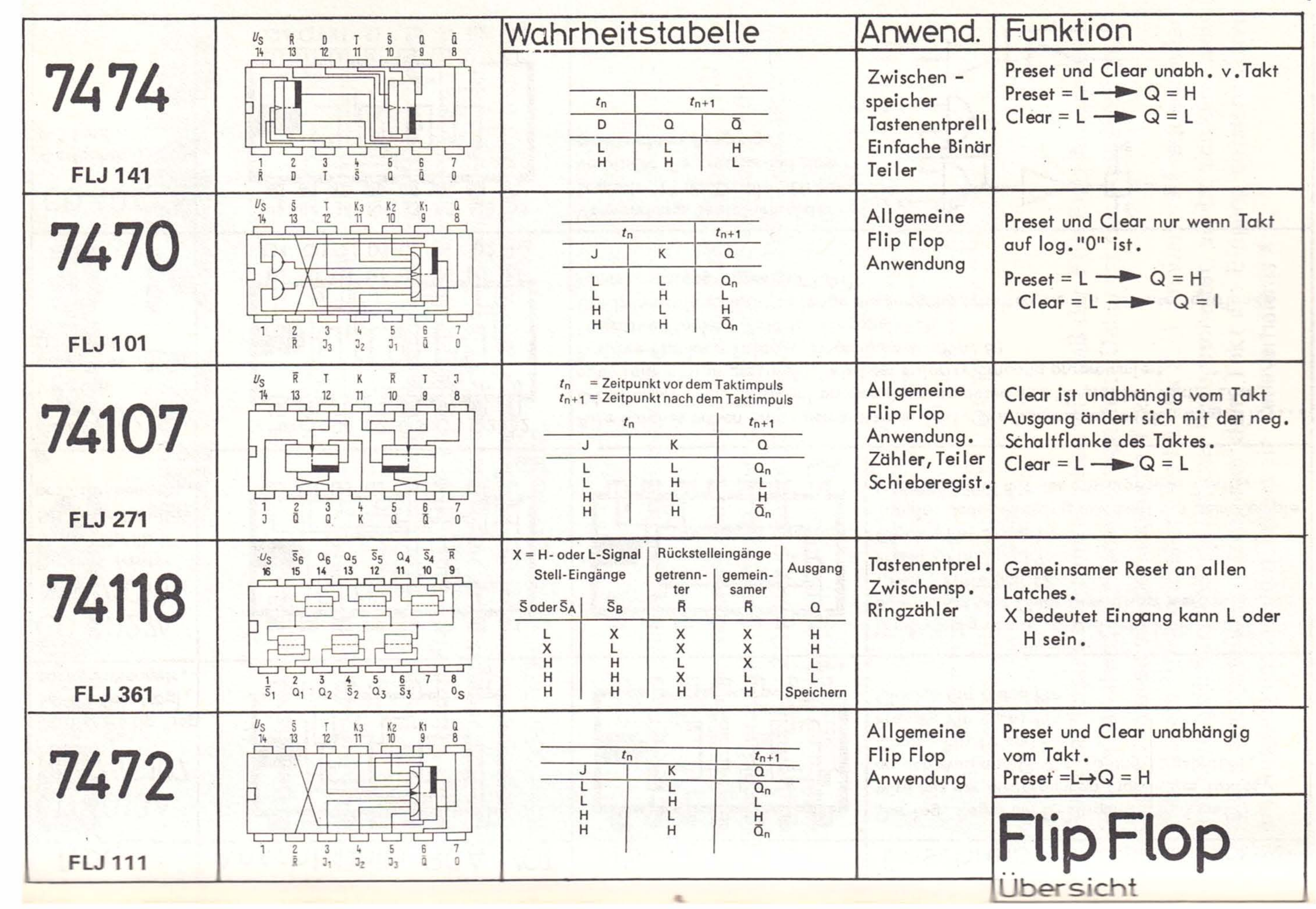
auch Verzögerungs Flip Flop . Es eignet sich besonders zum Aufbau von Ringzählern und Schieberegistern sowie kleinen Zwischenspeichern.



tn	tn +1		
D		Q	Q
L H		L H	H L

ansteigende Taktflanke ist die Schaltflanke. log. "0" an Eingang R ergibt Q = log. "0".
log. "0" an S ergibt Q = log. "0"

Beim D - Flip Flop SN 7474N sind die beiden Steuereingänge mit Preset und Clear bezeichnet. Preset und Clear arbeiten unabhängig vom Clock. Log. "0" an Preset setzt den Ausgang Q auf log. "1", log. "0" an Clear setzt den Ausgang Q auf log. "0".



Flip Flop
Übersicht

Typ	Anwend.	Funktion
7474 FLJ 141	Zwischen - speicher Tastenentprell. Einfache Binär Teiler	Preset und Clear unabh. v.Takt Preset = L → Q = H Clear = L → Q = L
7470 FLJ 101	Allgemeine Flip Flop Anwendung	Preset und Clear nur wenn Takt auf log."0" ist. Preset = L → Q = H Clear = L → Q = l
74107 FLJ 271	Allgemeine Flip Flop Anwendung. Zähler, Teiler Schieberegist.	Clear ist unabhängig vom Takt Ausgang ändert sich mit der neg. Schaltflanke des Taktes. Clear = L → Q = L
74118 FLJ 361	Tastenentprel. Zwischensp. Ringzähler	Gemeinsamer Reset an allen Latches. X bedeutet Eingang kann L oder H sein.
7472 FLJ 111	Allgemeine Flip Flop Anwendung	Preset und Clear unabhängig vom Takt. Preset =L→Q = H

Wahrheitstabelle

7474

t_n	t_{n+1}	
D	Q	$\bar{Q}$
L	L	H
H	H	L

7470

t_n		t_{n+1}
J	K	Q
L	L	Q_n
L	H	L
H	L	H
H	H	$\bar{Q}_n$

74107

t_n = Zeitpunkt vor dem Taktimpuls
t_{n+1} = Zeitpunkt nach dem Taktimpuls

t_n		t_{n+1}
J	K	Q
L	L	Q_n
L	H	L
H	L	H
H	H	$\bar{Q}_n$

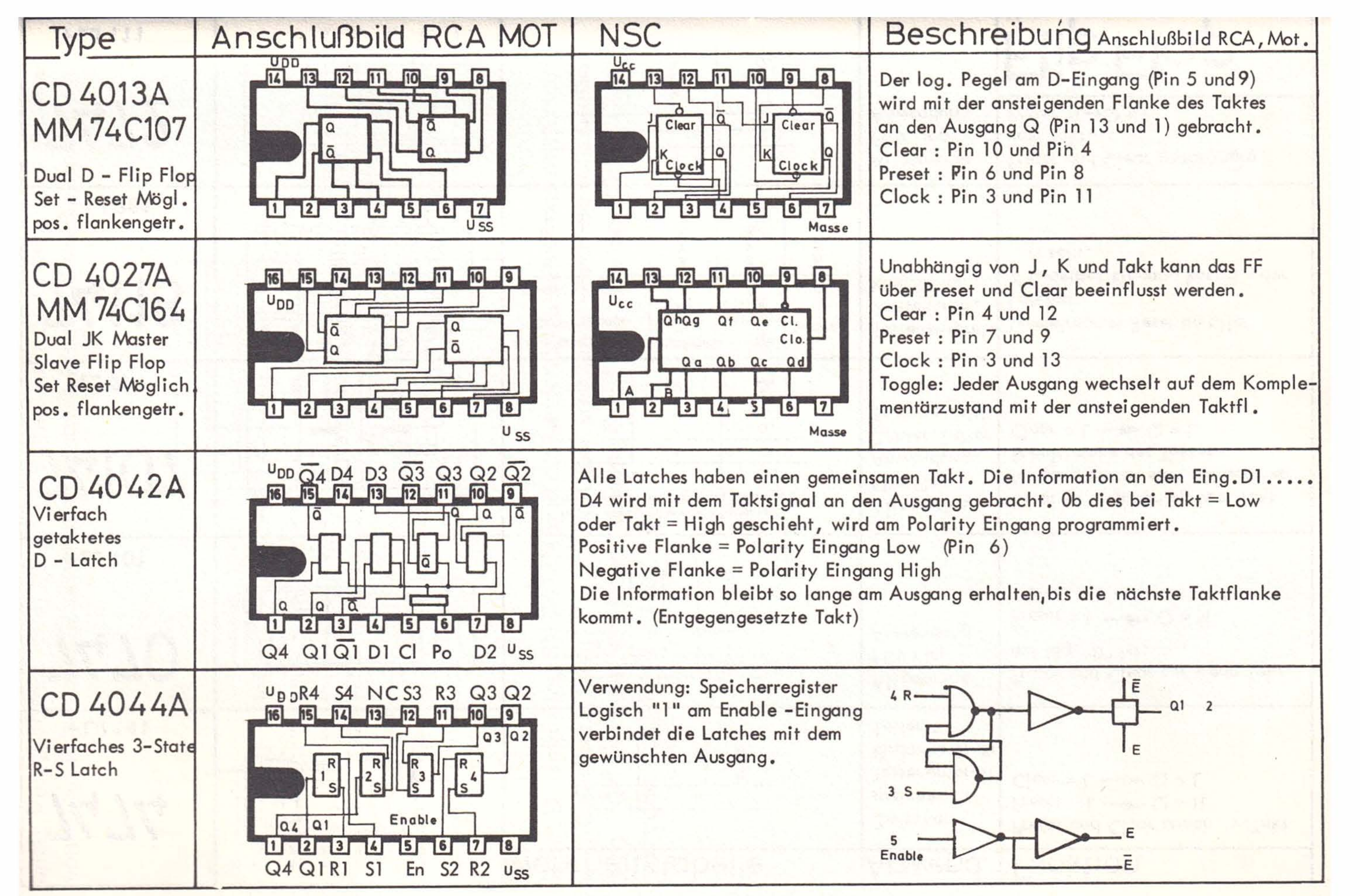
74118

X = H- oder L-Signal

Stell-Eingänge		Rückstelleingänge getrenn-ter	Rückstelleingänge gemein-samer	Ausgang
$\bar{S}$ oder $\bar{S}_A$	$\bar{S}_B$	$\bar{R}$	$\bar{R}$	Q
L	X	X	X	H
X	L	X	X	H
H	H	L	X	L
H	H	X	L	L
H	H	H	H	Speichern

7472

t_n		t_{n+1}
J	K	Q
L	L	Q_n
L	H	L
H	L	H
H	H	$\bar{Q}_n$



Type	Anschlußbild RCA MOT	NSC	Beschreibung Anschlußbild RCA, Mot.
CD 4013A MM 74C107 Dual D - Flip Flop Set - Reset Mögl. pos. flankengetr.	U_{DD} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 U_{SS}	U_{CC} 14 13 12 11 10 9 8 1 2 3 4 5 6 7 Masse	Der log. Pegel am D-Eingang (Pin 5 und 9) wird mit der ansteigenden Flanke des Taktes an den Ausgang Q (Pin 13 und 1) gebracht. Clear : Pin 10 und Pin 4 Preset : Pin 6 und Pin 8 Clock : Pin 3 und Pin 11
CD 4027A MM 74C164 Dual JK Master Slave Flip Flop Set Reset Möglich. pos. flankengetr.	16 15 14 13 12 11 10 9 U_{DD} 1 2 3 4 5 6 7 8 U_{SS}	14 13 12 11 10 9 8 U_{CC} 1 2 3 4 5 6 7 Masse	Unabhängig von J, K und Takt kann das FF über Preset und Clear beeinflusst werden. Clear : Pin 4 und 12 Preset : Pin 7 und 9 Clock : Pin 3 und 13 Toggle: Jeder Ausgang wechselt auf dem Komplementärzustand mit der ansteigenden Taktfl.
CD 4042A Vierfach getaktetes D - Latch	U_{DD} $\overline{Q4}$ D4 D3 $\overline{Q3}$ Q3 Q2 $\overline{Q2}$ 16 15 14 13 12 11 10 9 1 2 3 4 5 6 7 8 Q4 Q1 $\overline{Q1}$ D1 Cl Po D2 U_{SS}	Alle Latches haben einen gemeinsamen Takt. Die Information an den Eing. D1..... D4 wird mit dem Taktsignal an den Ausgang gebracht. Ob dies bei Takt = Low oder Takt = High geschieht, wird am Polarity Eingang programmiert. Positive Flanke = Polarity Eingang Low (Pin 6) Negative Flanke = Polarity Eingang High Die Information bleibt so lange am Ausgang erhalten, bis die nächste Taktflanke kommt. (Entgegengesetzte Takt)	
CD 4044A Vierfaches 3-State R-S Latch	U_{DD} R4 S4 NC S3 R3 Q3 Q2 16 15 14 13 12 11 10 9 1 2 3 4 5 6 7 8 Q4 Q1 R1 S1 En S2 R2 U_{SS}	Verwendung: Speicherregister Logisch "1" am Enable -Eingang verbindet die Latches mit dem gewünschten Ausgang.	

Digitale Teiler und Zähler

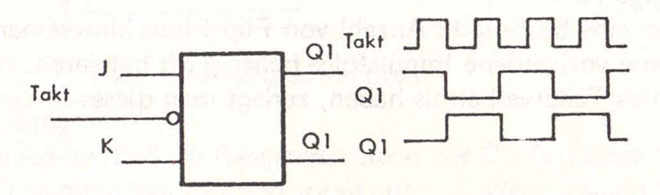
4. Digitale Fequenzteiler

4.1 Allgemeines

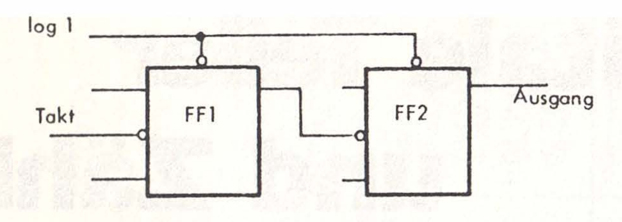
Wie wir im vorigen Abschnitt über Fip Flops bereits erfahren haben, lassen sich mit Flip Flops binäre Teiler (Frequenzteiler) aufbauen.
Ein Frequenzteiler gibt nach einer bestimmten Anzahl von Impulsen am Ausgang einen Impuls ab. Im Gegensatz zum Zahler hat der Frequenzteiler oder Teiler nur einen Ausgang.

4.2 Einfachste asynchrone Frequenzteiler

Der einfachste Frequenzteiler besteht aus einem JK - Flip Flop mit unbeschalteten JK - Eingängen. Dieser Teiler teilt die angelegte Frequenz im Verhältnis 2:1. Man bezeichnet einen solchen Teiler auch als Binärteiler oder Binäruntersetzer.



Aus dem Impulsdiagramm ersehen wir, daß der Flip Flop Ausgang erst mit der abfallenden Flanke umschaltet. Daher ist der Ausgangsimpuls doppelt so breit wie der angelegte Takt.
Wird diesem Frequenzteiler (Verhältnis 2:1) ein weitere Frequenzteiler mit dem gleichen Teilerverhältnis nachgeschaltet, ergibt sich eine weitere Frequenzteilung. Gegenüber dem Takt am Eingang entsteht dann am Ausgang des zweiten Teilers ein Teileverhältnis 4:1.



Asynchroner zweistufiger Frequenzteiler 4:1

Durch das Nachschalten von weiteren Flip-Flops läßt sich das Teileverhältnis beliebig erweitern.

4.3 Asynchrone und synchrone Frequenzteiler

Bei asynchronen Frequenzteilern wird, wie unter 4.1 beschrieben, der Takt für jedes Flip Flop vom Ausgang des davorliegenden Flip Flops geliefert. Der Vorteil dieser Teilerschaltungen liegt darin, daß man keine weiteren Verknüpfungschaltungen benötigt. Die Maximalfrequenz jedoch hängt stark vom Teilerverhältnis ab. Auch der Schaltungsaufbau spielt eine Rolle dabei.
Beim synchronen Teiler wird jedes Flip Flop vom Takt direkt angesteuert. Es können daher höchste Betriebsfrequenzen erreicht werden.

A Geradzahlige Teiler
Schaltet man eine bestimmte Anzahl von Flip Flops hintereinander, so kann man eine vorhandene Impulsfolge beliebig oft halbieren. Will man ein bestimmtes Teilerverhältnis haben, zerlegt man dieses in die Faktoren von 2.

Wünscht man z.B. eine Frequenzteilung durch acht so erhält man 8 = (2.2.2). Also drei Flip Flop Stufen.

B Ganzzahlige ungerade Teiler
Ist eine Auflösung in Faktoren von zwei nicht möglich, muß geprüft werden, ob sich das Teilerverhältnis durch Abziehen von 1 in eine in Zweierfaktoren zerlegbare Zahl überführen läßt.
Ein Beispiel hierfür ist das Teilerverhältnis fünf.

5 = 4 + 1 = 2.2 + 1

Um eine solche Teilerschaltung aufbauen zu können, müssen die J und

B Ganzzahlige ungerade Teiler

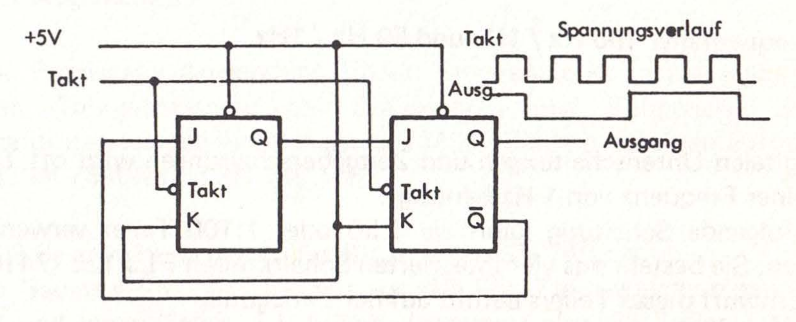
Ist eine Auflösung in Faktoren von zwei nicht möglich, muß geprüft werden, ob sich das Teilerverhältnis durch Abziehen von 1 in eine in Zweierfaktoren zerlegbare Zahl überführen läßt.

Ein Beispiel hierfür ist das Teilerverhältnis fünf.

5 = 4 + 1 = 2.2 + 1

Um eine solche Teilerschaltung aufbauen zu können, müssen die J und K Eingänge mitbenutzt werden. Es ergibt sich eine teilsynchrone Ansteuerung. In diesem Falle bleibt jedoch das Impuls-Pausenverhältnis des Eingangssignales nicht mehr erhalten. Da die Teilerschaltung mit zwei Flip Flops eine Sonderstellung einnimmt, wollen wir diese Schaltung hier kurz besprechen.

Die Teilerschaltung 3:1 ist im Prinzip eine Teilung durch zwei, die jedoch nach dem zweiten Takt durch Flip Flop 2 verhindert wird.

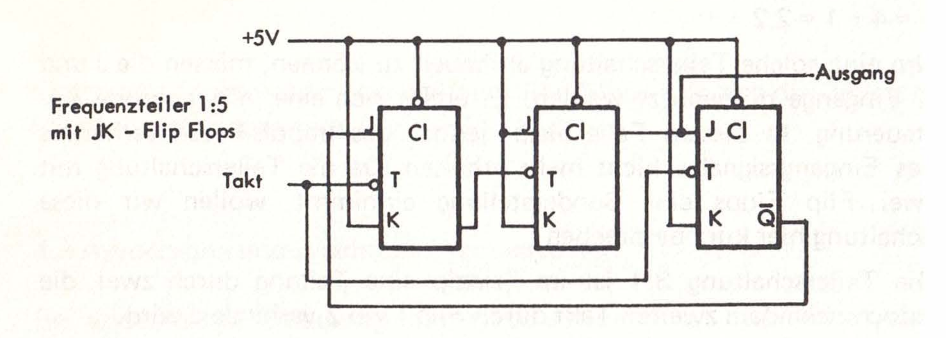


Teilerschaltung durch drei.

Beschreibung:

Wir nehmen an, daß im Ausgangszustand alle Q - Ausgänge auf log. "0" liegen. Q ist dann log. "1" und somit auch J1. Wenn J1 und K1 log. "1" sind, dann kippt Flip Flop 1 beim nächsten Taktimpuls in die entgegengesetzte Lage. Am Flip Flop 2 liegt dann während dieses Taktimpulses am J-Eingang log. "0" und am K-Eingang log. "1". D.H. der Ausgang bleibt auf log. "0". Beim nächsten Impuls liegt am Ausgang von Flip Flop 1 log. "1", so daß Flip Flop 2 jetzt auch die Eingangsbedingungen J=1 und K=1 hat. Dies bedeutet, daß dieses Flip Flop nun beim nächsten Taktimpuls umschaltet. Q=log. "0", der Ausgang geht auf log. "1".

Der Eingang J1 liegt über Q2 jetzt auf log. "0". Die Eingänge K1 und K2 liegen
Der Eingang J1 liegt über Q2 jetzt auf log. "0". Die Eingänge K1 und K2 liegen auf log. "1". Lt. Wertetabelle geht der Ausgang Q bei diesen Eingangsbedingungen beim nächsten Taktimpuls auf log. "0".
Nach drei Eingangsimpulsen ist nun der Anfangszustand Q1 = Q2 = log. "0" wieder hergestellt. Es erfolgte also eine Teilung durch drei.

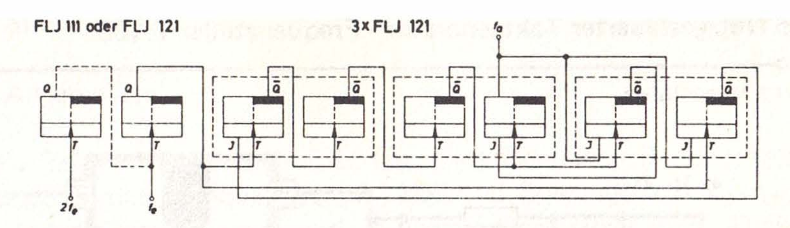


4.4 Frequenteiler 100 Hz / 1Hz und 50 Hz / 1Hz

In digitalen Uhrenschaltungen und Zeitgeberschaltungen wird oft Takt mit einer Frequenz von 1 Hz benötigt.
Nachfolgende Schaltung kann als 1:50 oder 1:100 Teiler verwendet werden. Sie besteht aus vier integrierten Schaltkreisen FLJ 122 (74107) Der Entwurf dieses Teilers beruht auf der Zerlegung:

$$50 = 2.\ 2.2.2.(2+1) + 1$$

wobei jede Stelle ein Flip Flop ergibt. Ausgehend von 2 + 1 = 3 erhalten wir einen Teiler durch drei, drei Teiler druch zwei die zusammen ein Teilerverhältnis von 24 ergeben. Die dritte Teilerstufe durch zwei wird über eine Rückführung blockiert, so daß insgesamt 24 + 1 Impulse für einen Zyklus erforderlich sind. Das alles wird dann noch einmal durch ein Flip Flop halbiert und wir erhalten das Teilerverhältnis 50 : 1. Für den Frequenztieler 100 : 1 ist eine zusätzliche Halbierung erforderlich.



Frequenzteiler 50:1 bzw 100:1

In der Praxis verwendet man heute für Teilerschaltungen keine einzelnen Flip Flops mehr, sondern die entsprechenden MSI und LSI Schaltkreise.

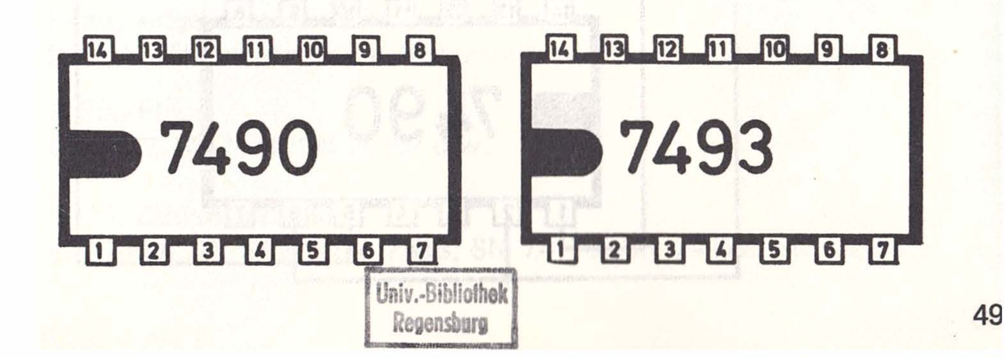
4.5 Frequenzteiler mit komplexen integrierten Schaltkreisen

4.5.1 Allgemeines

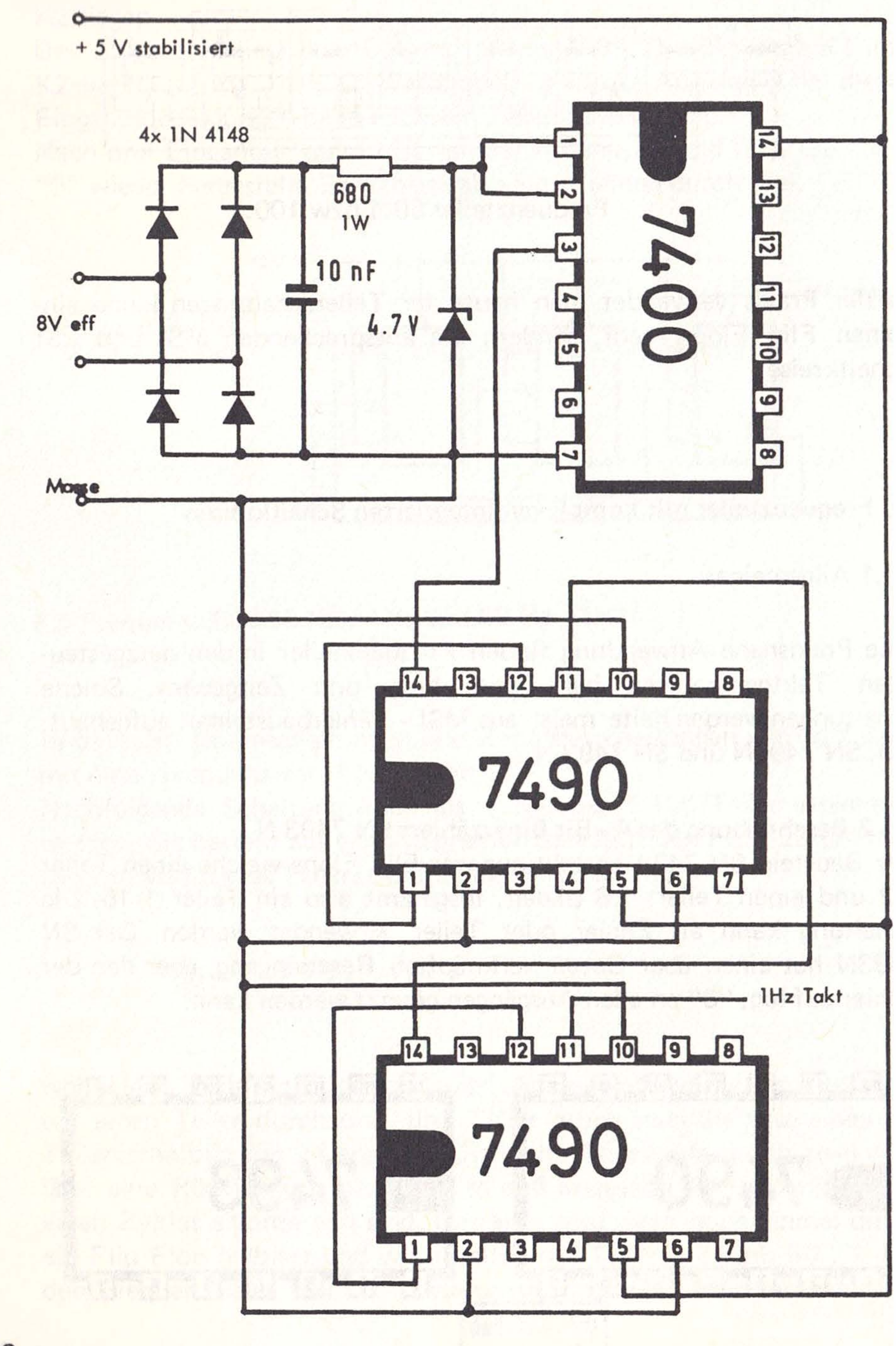
Eine Praxisnahe Anwendung finden Frequenzteiler in den netzgesteuerten Taktgeneratoren bei Digitaluhren und Zeitgebern. Solche Schaltungen werden heite meist aus MSI - Zählerbausteinen aufgebaut. Z.B. SN 7490N und SN 7493 N.

4.5.2 Beschreibung des 4 - Bit Binärzählers SN 7493 N

Der Baustein SN 7493 besteht aus vier Flip Flops welche einen Teiler 1:2 und einen Teiler 1:8 bilden. Insgesamt also ein Teiler 1:16. Die Schaltung kann als Zähler oder Teiler verwendet werden. Der SN 7493N hat einen über Gatter verknüpften Reseteingang, über den der Zähler auf log. "0" an allen Ausgängen gesetzt werden kann.



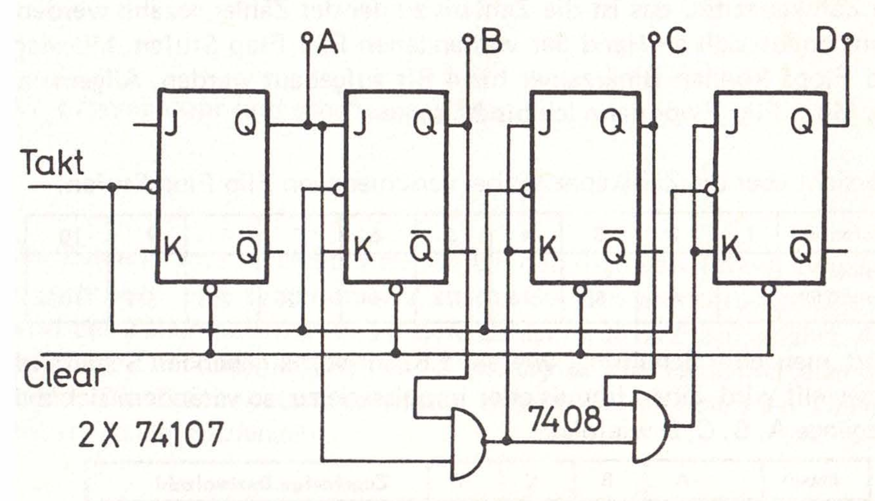
4.6 Netzgesteuerter Taktgenerator - Frequenzteiler 1:100 -



4.7 Digitale Zähler

4.7.1 Allgemeines

Digitale Zähler werden heute in fast allen Bereichen der Elektronik eingesetzt. In der Computertechnik, Meß-und Rgelungstechnik, in digitalen Industriesteuerungen und in vielen Nachbargebieten. Digitale Zähler gehören neben Flip Flops und Gattern zu den wichtigsten Elementen in der Digitalelektronik.
Sie bestehen aus mehreren Flip Flops, ähnlich wie die Frequenzteiler, jedoch wird der Zustand eines jeden Flip Flops zur Anzeige herausgeführt.



Prinzipschaltbild eines 4 - Bit Binärzählers

Jeder Impuls am Eingang (Zähltakt) führt zu einer Veränderung des Zählerstandes. Dieser Zählerstand bleibt bis zum nächsten Impuls erhalten. Aus diesem Grunde werden Zähler aus Speicherelementen (Flip Flops) aufgebaut.
Digitale Zähler kann man aufbauen mit:

A Flip Flops
SN 7472, SN 7474, SN 74107 usw.

B MSI Zählerbausteinen
SN 7490, SN 7492, SN 7493, SN 74176, SN 74177, SN 74196,

SN 74197, SN 7497, SN 74160, SN 74161, SN 74162, SN 74163, SN 74167, SN 74190, SN 74191, SN 74192, SN 74193, SN 74142, SN 74143, SN 74144, SN 49704, SN 49705 usw.

Da die Flip Flops nur die Ausganszustände 0 und 1 annehmen können, arbeiten alle Zähler im Binärcode. Den Zählerstand kann man den Ausgangswerten der einzelnen Zählerstufen entnehmen. Zählerstufen = Flip Flops.
Mit den Ausgangssignalen dieser Zähler kann man Decoder ansteuern, welche den Binärcode dann in den Dezimalcode umwandeln und dann wiederum dekadische Anzeigeeinheiten treiben.

Die Zählkapazität, das ist die Zahl bis zu der der Zähler gezählt werden kann, ergibt sich an Hand der vorhandenen Flip Flop Stufen. Mit vier Flip Flops können Binärzähler bis 4 Bit aufgebaut werden. Allgemein gilt: Mit n Flip Flops kann ich bis 2^n zählen.

Übersicht über die Zählkapazität bei verschiedenen Flip Flop Stufen.

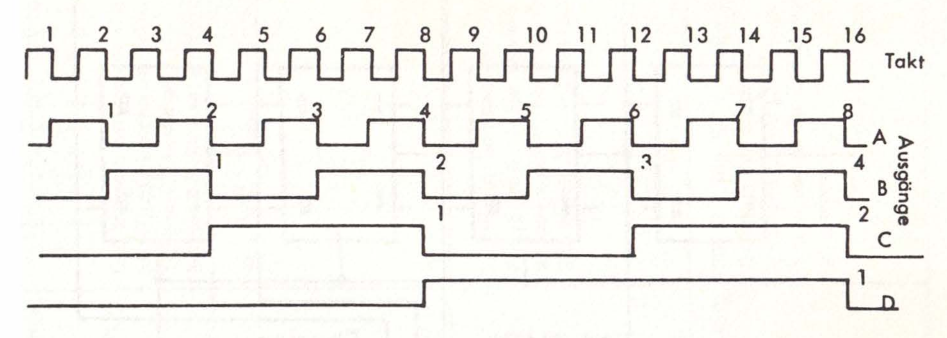
Stufenzahl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zähler Kapazität	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

Führt man eine Schaltung, wie sie z.B. im vorhergehenden Schaltbild dargestellt wird, einen Impuls oder Impulsserie zu, so verändern sich die Ausgänge A, B, C, D wiefolgt.

Impuls	A	B	C	D	Zugehörige Dezimalzahl
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	0	1	0	0	2
3	1	1	0	0	3
4	0	0	1	0	4
5	1	0	1	0	5
6	0	1	1	0	6
7	1	1	1	0	7
8	0	0	0	1	8
9	1	0	0	1	9
10	0	1	0	1	10
11	1	1	0	1	11
12	0	0	1	1	12
13	1	0	1	1	13
14	0	1	1	1	14
15	1	1	1	1	15
16	0	0	0	0	0

0 Bedeuted log "0"
1 Bedeuted log "1"

Diese Zusammenhänge nun in einem Diagramm dargestellt ergeben:

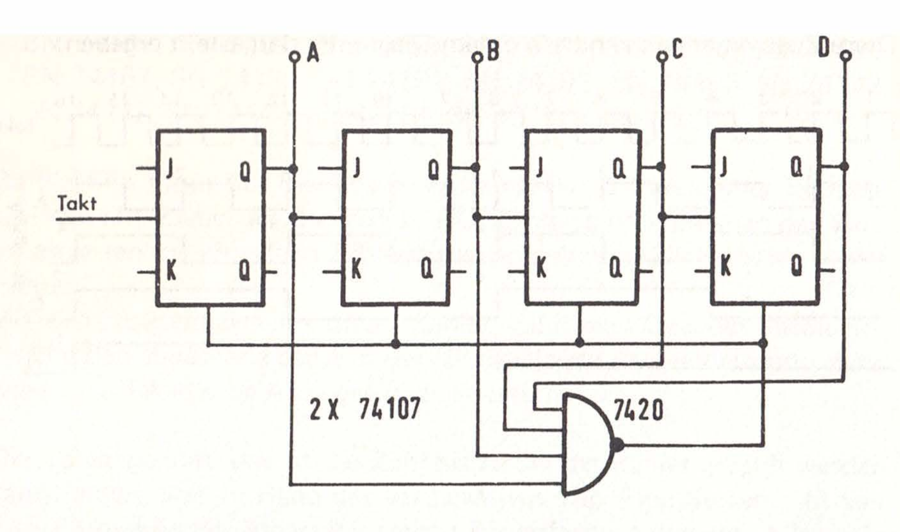


4.7.2 Asynchrone und synchrone Zähler

Bei Zählern unterscheidet man wie bei den digitalen Teilern zwischen asynchronen und synchronen Zählern. Bei den asynchronen Zählern wird der Zählimpuls nur an die erste Zählstufe (Flip Flop) geführt. Alle weiteren Zählstufen erhalten ihr Steuersignal von der vorhergehenden Stufe. Die Taktimoulsbreite wächst deshalb bei asynchronen Zählern mit steigender Stufenzahl.

Da die meisten Flip Flops während des High Zustandes (log. "1") durch Störungen leicht zu beeinflussen sind, sind asynchrone Zähler störempfindlicher als synchrone Zähler. Weiterhin sinkt die max. Zählfrequenz mit steigender Stufenzahl.

Bei Synchronzählern wird der Zählimpuls gleichzeitig an den Takteingang aller Stufen geführt. Da aber nicht alle Stufen beim Zählen umschalten dürfen, werden über zusätzliche Gatter die entsprechenden Flip Flops an den J und K Eingängen blockiert. Da das Taktsignal an allen Stufen gleichzeitig anliegt, ändert sich natürlich auch das Ausgangssignal gleichzeitig.



Schaltbeispeil für einen Asynchronzähler mit den IC - Bausteinen SN 74107 N. (4 - Bit Binärzähler)

4.7.3 Digitale Zähler mit komplexen integrierten Bausteinen

Digitale Zähler wird heute niemand mehr aus einzelnen Flip Flops aufbauen, es sei denn, es ist eine ganz spezielle Schaltungvariante gewünscht. Heute gibt es bereits mehr als 50 verschiedene TTL - MSI und C MOS Zählerbausteine. Teilweise sind in diesen Schaltungen schon Dekoder, Treiber und Multiplexer zur Ansteuerung einer oder mehrerer Gasgefüllte Anzeigen oder GAS - P Anzeigeeinheiten eingebaut.

Auf den nachfolgenden Tafeln finden Sie eine Zusammenstellung einiger wichtiger Zähler mit Anschlußbelegungen und Kurzdaten. Zur genauen Information ist jedoch wieder das Datenbuch der jeweiligen Hersteller zu verwenden.

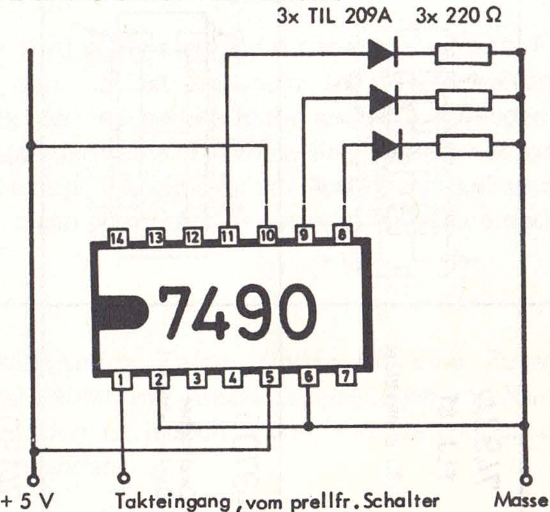
TYP	ANSCHLUSSBILD	LOG. VERHALTEN	ANWENDUNGEN	FUNKTION
7490A **FLJ 161** Dezimalzähler	A 14, 13, Q_1 12, Q_4 11, 0 10, Q_2 9, Q_3 8 1 B, 2 R_{01}, 3 R_{02}, 4, 5 U_S, 6 R_{91}, 7 R_{92}	Rückstellen/Zählen (X = H- oder L-Signal) Rückstelleingänge R_{01} R_{02} R_{91} R_{92} | Ausgänge Q_4 Q_3 Q_2 Q_1 H H L X | L L L L H H X L | L L L L X X H H | H L L H X L X L | zählen L X L X | zählen L X X L | zählen X L L X | zählen	Zählerschaltung. Refresh - bei Speichern Adressenwähler Digitaluhren	| 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Q_1 | L H L H L H L H L H Q_2 | L L H H L L H H L L Q_3 | L L L L H H H H L L Q_4 | L L L L L L L L H H Der Baustein besteht aus vier Flip Flops, welche als Teiler 1:2 und 1:5 bestehen. Bei Betrieb als Dez.Z. Verb.1-12
7493A **FLJ 181** 4-Bit Binärzähler	A 14, 13, Q_1 12, Q_4 11, 0 10, Q_2 9, Q_3 8 1 B, 2 R_{01}, 3 R_{02}, 4, 5 U_S, 6, 7	Anmerkungen: Q_1 mit B verbunden. Um alle Ausgänge auf L-Signal zurückzusetzen, müssen R_{01} und R_{02} auf H-Signal sein.	wie SN 7490 jedoch 4 -Bit Zähler	Wie 7490 , jedoch 4 -Bit Bin.
49705 Zweifacher Dezimalzähler	$1T_2$ 16, $1Q_A$ 15, 14, $1Q_C$ 13, $2Q_D$ 12, 2R 11, $2Q_B$ 10, $2T_1$ 9 1 $1T_1$, 2 $1Q_B$, 3 $1Q_D$, 4 1R, 5 $2Q_C$, 6 U_S, 7 $2Q_A$, 8 0_S	Der 49705 ist eine Doppelversion des 74196. Negativ flanken - getriggert.	Frequenzteiler 100 :1	Wahrheitstabelle wie bei 7490 Pin 15 muß mit Pin 16 ver - bunden werden. Dann ist ein Betrieb als BCD - Zähler mögl.
74190 **FLJ 201** Synchroner dekadischer Vor -Rückwärts- Zähler	U_S 16, A 15, T 14, Freigabe Aus 13, Übertrag 12, $\bar{S}$ 11, C 10, D 9 1 B, 2 Q_2, 3 Q_1, 4 Freigabe Ein, 5 BA, 6 Q_3, 7 Q_4, 8 0	Vorwärtszählen: Pin 5 = Log."0" Rückwärtszählen: Pin 5 = Log."1"	Zähleranwendung.	Pin 11 = log "0" - werden die Daten an den Eingängen A-D an die Ausgänge Q1-Q4 ge - bracht und so der Zähler vor - programmiert.

4.8 Praktische Beispiele und Übungsschaltungen mit digitalen Zählern

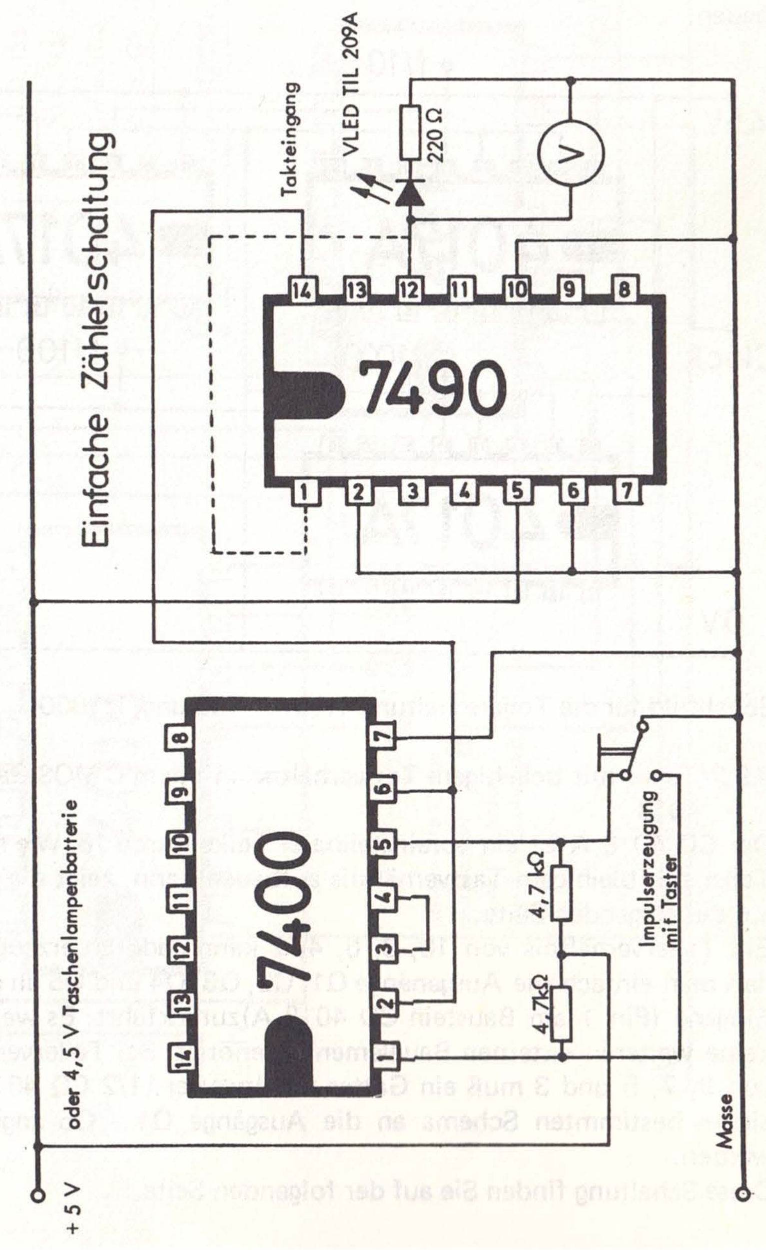
4.8.1 Einfache Experimente mit dem BCD - Dekadenzähler 7490

Der BCD - Zähler 7490 besteht auf zwei Teilerschaltungen.
Teiler 2:1 und Teiler 5:1
Für die Überprüfung der Schaltung testen wir zuerst den Zähler bis zwei, also das erst Flip Flop des Zählers. Der Eingang für Flip Flop 1 ist der Anschluß 14 auf dem IC - Baustein 7490. Der Ausgang liegt auf Pin 12.
An diesen Eingang legen wir nun unseren prellfreien Schalter, mit dem wir die Eingangsimpulse erzeugen. Damit der Zähler 7490 zählen kann, müssen lt. Tabelle die Anschlüsse 2 und 6 auf Masse (log. "0") gelegt werden. Um den Zähler in die Ausgangsstellung zu bringen, müssen die Anschlüsse 2 und 3 am 7490 kurzzeitig auf log. "1" gebracht werden. Um den logischen Ausgangspegel am Flip Flop Ausgang zu erkennen, schalten wir eine Leuchtdiode TIL 209A zwischen Anschluß 12 und Masse. (Siehe Schaltung auf der folgenden Seite)
Zusätzlich kann mit einem Voltmeter die Spannung gemessen werden.
Durch Betätigen des Tasters wird das Flip Flop jetzt abwechselnd gesetzt und gelöscht. Beim ersten Tastendruck wird die Lampe brennen, beim zweiten Tastendruck wird sie verlöschen, beim dritten Tastendruck wieder brennen usw.

In gleicher Weise gehen wir beim Testen des Teilers 1:5 vor. Wir schließen unseren prellfreien Schalter jetzt an Klemme 1 von 7490 an. Die Anschlüsse 2 und 6 bleiben auf Masse.



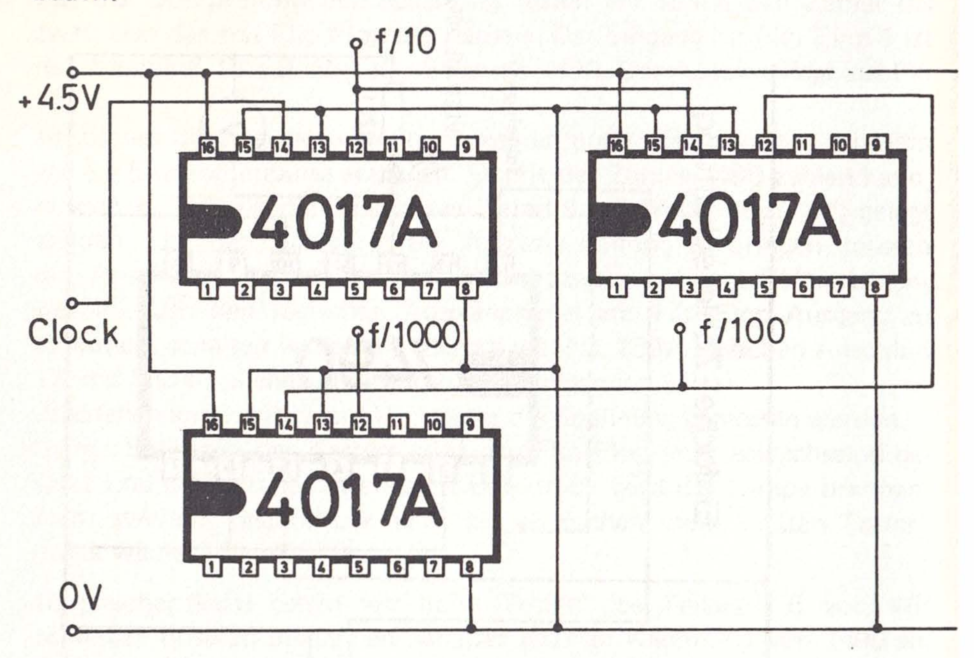
Die Ausgänge B, C, D (Anschlüsse 9, 8, 11) werden mit Indikatorlämpchen (TIL 209A mit Widerstand) versehen. Siehe auch Bild oben. Nach dem Rücksetzen des Zählers (Anschlüsse 2 und 3 kurzzeitig auf Masse), kann mit dem prellfreien Schalter wieder eine Impulsreihe angelegt werden.



4.9 Anwendungsbeispiele mit C - MOS Zählern und Teilern

4.9.1 Teiler durch 10, 100 und 1000 mit CD 4017A

Mit dem C MOS Baustein CD 4017 lassen sich auf einfachste Weise Teilerschaltungen mit Teilerverhältnissen 1:10, 1:100 und 1:1000 aufbauen.



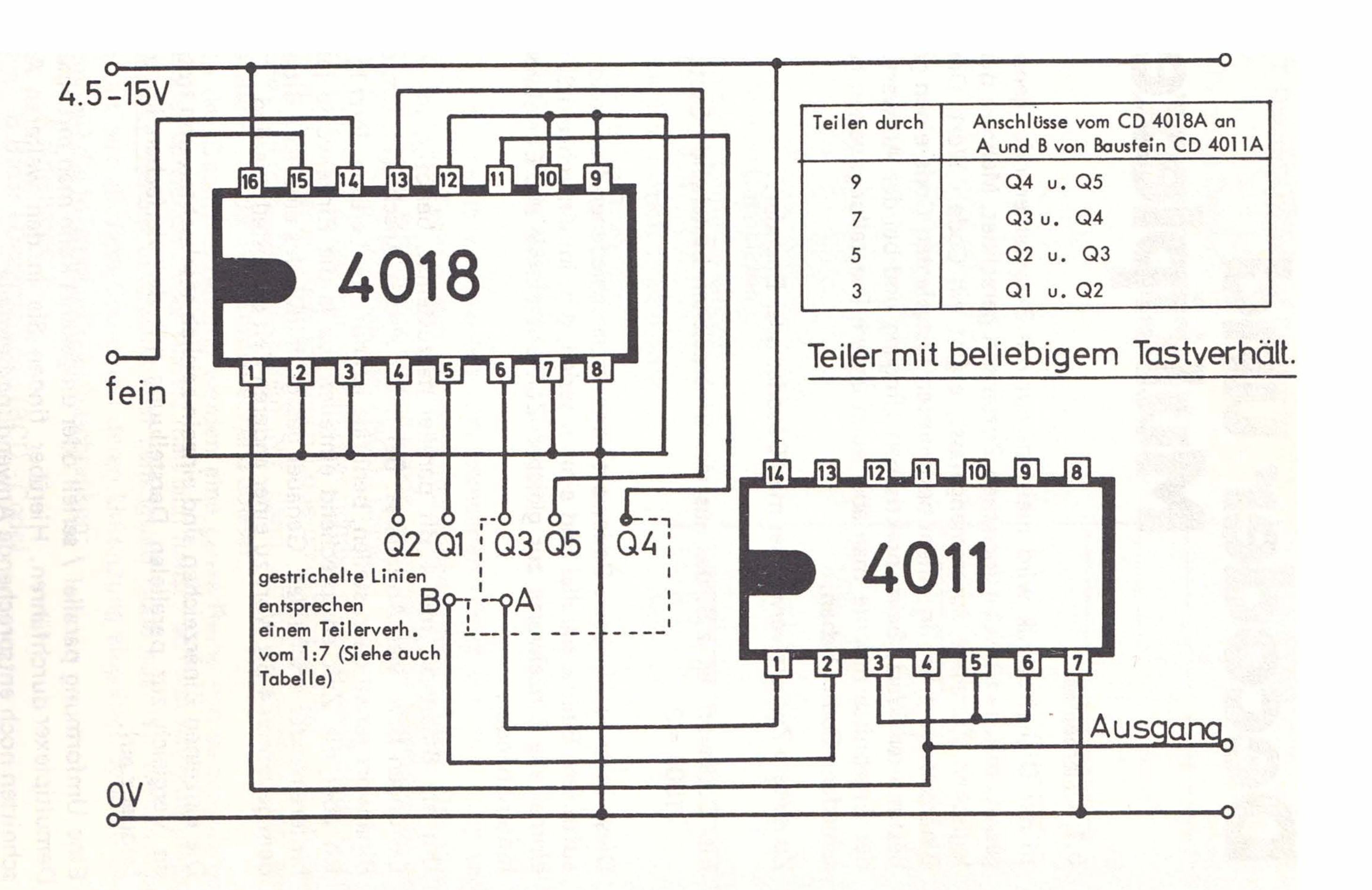
Schaltbild für die Teilerschaltung 1:10 - 1:100 und 1:1000

4.9.2 Teiler mit beliebigem Tastverhältnis mit dem C MOS Baustein CD 4018

Der CD 4018 A ist ein voreinstellbarer Teiler durch 18. Wie man damit Teiler mit bleibigem Tastverhältnis aufbauen kann, zeigt die Schaltung auf der folgenden Seite.

Ein Teilerverhältnis von 10, 8, 6, 4, 2 kann dadurch erzeugt werden, daß man einfach die Ausganänge Q1, Q2, Q3, Q4 und Q5 an den Data - Eingang (Pin 1 am Baustein CD 4018 A)zurückführt. Es werden dann keine weiteren externen Bauelemente benötigt. Bei Teilerverhältnissen von 9, 7, 5 und 3 muß ein Gatter mit Inverter (1/2 CD 4011A) nach einem bestimmten Schema an die Ausgänge Q1 - Q5 angeschlossen werden.

Diese Schaltung finden Sie auf der folgenden Seite.



Teilen durch	Anschlüsse vom CD 4018A an A und B von Baustein CD 4011A
9	Q4 u. Q5
7	Q3 u. Q4
5	Q2 u. Q3
3	Q1 u. Q2

Teiler mit beliebigem Tastverhält.

Decoder und Multiplexer

5.1 Allgemeines

In der Digitaltechnik wird meistens nur mit Binärzahlen oder genauer gesagt, mit den beiden logischen Zuständen gerechnet. Mehrere dieser logischen Zustände zusammengefasst, ergibt ein Code - Wort. Dieses Binärcodewort hat in einem bestimmten festgelegten Code einen ganz bestimmten Wert. Beim praktischen Umgang und bei der Auswertung der Ergebnisse möchte man aber auch andere Darstellungsweisen (verschiedene Code) haben.

Zu diesem Zwecke verwendet man Decoder oder Encoder.

Ein Codewort ist z.B. das aus vier Binärzeichen bestehende System:
1001 = 9

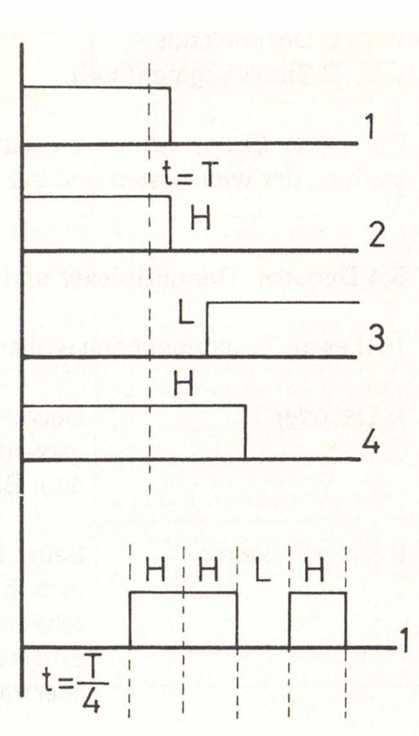
Diese Information bzw. Codewort kann in verschiedenen Formationen auftreten. Einmal parallel und einmal seriell, d.h. im einfachsten Sinne einmal alle Einzelworte zur gleichen Zeit und einmal alle Einzelworte hintereinander.

Um ein Binärwort mit 4 Bit parallel darzustellen, benötige ich vier Leitungen bzw. vier Anschlüsse. Bei n Bit also n Anschlüsse. Um ein Binärwort seriell darzustellen, benötige ich nur eine Leitung. Jetzt muß ich aber die Zeit entsprechend einteilen, da ja die Einzelworte jetzt hintereinander erscheinen. Genauer gesagt, muß jedes einzelene Bit aus dem gesamten 4-Bit Wort zu einer anderen Zeit dargestellt werden.

Die einzelnen Binärzeichen sind einzeln zeitlich geschachtelt und treten im Vergleich zur parallelen Darstelluung mit der vierfachen Impulsfrequenz auf.

Eine Umformung parallel / seriell oder umgekehrt kann man mit einem Demultiplexer durchführen. Hierüber finden Sie in den weiteren Abschnitten noch entsprechende Anwendungsbeispiele.

5.2 Darstellung eines 4-Bit Wortes



A Parallele Darstellung
An vier Leitungen steht zur Zeit
t = T die Information 1101 = 13 an.

B Serielle Darstellung
An einer Leitung steht zur
Zeit t = T/4
die Information 1101 = 13 in
serieller Form an.

5.3 Die am meisten verwendeten Codes

Für die heute am meisten vorkommenden Codes gibt es in den verschiedenen Technologien die entsprechenden Umsetzer bzw. Dekoder. In der Praxis wird meist im Binärcode, oder im Binär Dezimalkode gearbeitet. (Binär Dezimalkode = BCD - Code)
Will man ein Ergebnis dem Benutzer sichtbar machen, muß dieser Code in einen allgemein verständlichen Code umgesetzt werden. Z.B. in den Dezimalkode. Damit können wir dann Ziffernanzeigeeinheiten ansteuern und die Werte entsprechend ablesen.
In der Datenverarbeitung werden eine ganze Reihe von verschiedenen Codes verwendet. Hier richtet man sich meist nach den Anforderungen an das System und wählt den günstigsten Code aus. Wir wollen hier nicht auf all diese Codes und deren Umsetzung eingehen, sondern uns nur auf die folgenden Codes beschränken:

A Binärcode
B Binär - Dezimal Code (BCD - Code)

C Dezimalcode
D Siebensegmentcode

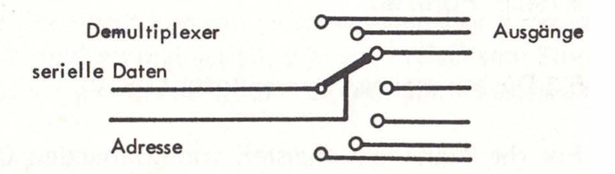
Für diese Codes finden Sie auf der folgenden Seite eine Zusammenstellung der wichtigsten und bekanntesten Decoder in TTL - Technik.

5.4 Decoder, Demultiplexer und Multiplexer

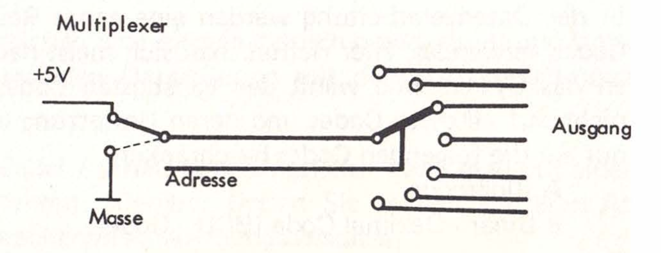
In diesem Zusammenhang wollen wir kurz diese Begriffe erläutern.

A Decoder — Decoder werden meist zur Codeumwandlung verwendet. Z.B. BCD in Siebensegmentcode oder Binärcode in BCD - Code.

B Demultiplexer — Beim Demultiplexer wird über eine Adresse vom Eingang an verschiedene Ausgänge angeschaltet. Über diese Verbindung wird vom Eingang her dann eine serielle Information übertragen.



C Multiplexer — Der Multiplexer arbeitet im Prinzip genau wie der Demultiplexer. Es werden jedoch an Stelle der seriellen Information nur die logischen Pegel übertragen. Siehe Skizze.



TYP	ANSCHLUSSBILD	FUNKTION	BESCHREIBUNG

7442

FLH 281

BCD - Dezimal Dekoder

Die Schaltung dek. binäre Dezimalzahlen. Die Eingänge können direkt an die Ausg. des 7490 angeschl. werden.

D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

74141

FLL 101

BCD - Dezimal Dekoder und Treiber für Ziffernanzeigen.

Die Schaltung dek. binäre Dezimalzahl. Die Ausgänge ermög. das direkte Ansteuern von Ziffernanzeigen

BCD-Eingänge D	C	B	A	durchgeschalteter Ausgang[1])
L	L	L	L	0
L	L	L	H	1
L	L	H	L	2
L	L	H	H	3
L	H	L	L	4
L	H	L	H	5
L	H	H	L	6
L	H	H	H	7
H	L	L	L	8
H	L	L	H	9
H	L	H	L	–
H	L	H	H	–
H	H	L	L	–
H	H	L	H	–
H	H	H	L	–
H	H	H	H	–

7447AN

FLL 121

BCD - Siebensegment Dekoder - Treiber mit offenem Kollekt.

Segment-Identifizierung

Funktion	LT	RBI	D	C	B	A	BI/RBQ	a	b	c	d	e	f	g
0[1])	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
BI[2])	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H
RBI[3])	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
LT[4])	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L

5.5 Anwendungen und praktische Experimente mit Decodern

5.5.1 Allgemeines

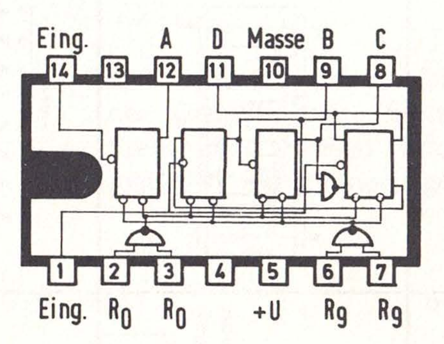
In der Praxis benötigt man heute beim Aufbau von Digitaluhren, digitalen Zählern und Frequenzmesser sowie Digitalvoltmetern oft eine numerische Anzeige. Meist steht die anzuzeigende Information nur im BCD - Code zur Verfügung.

Nachfolgend wollen wir einige digitale Anzeigeeinheiten, welche Sie in der Praxis bei allen Experimenten wieder verwenden können, beschrieben.

5.5.2 Schaltungsbeschreibung einer Anzeigeeinheit mit SN 74141N, SN 7490AN und einer Ziffernanzeigeröhre ZM 1020 oder ähnlich.

Ein BCD - Zähler SN 7490 AN, angesteuert von Impulsen, liefert am Ausgang ein bestimmtes Codewort. Diese Information wird dem Dekoder SN 74171N zugeführt und dekodiert. Die Ausgänge können direkt auf eine Ziffernanzeigeröhre gegeben werden.

Das Anschlußschema des 7490 AN finden Sie unten abgebildet:



Alle Anschlüsse sind von oben gesehen. Wie wir bereits wissen, besteht dieser Baustein aus einem Teiler durch zwei und einem Teiler durch

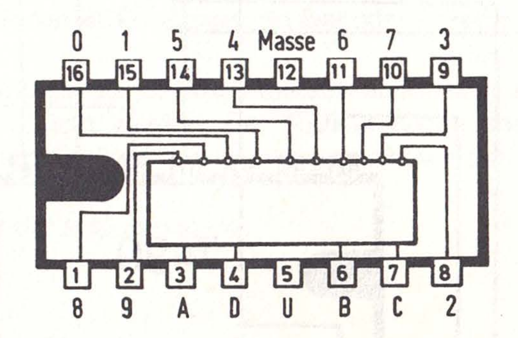
fünf. Die beiden in Reihe geschaltet ergibt den BCD - Zähler. Deshalb die Verbindung Pin 12 nach Pin 1. Am Ausgang des Zählers erscheint die jeweilige Ziffer im BCD -Code in paralleler Form.

Der Takt bzw. Zähleingang ist an Pin 14. Die Betriebsspannung wird an den Klemmen 5 und 10 angelegt. Sie soll +5V betragen und geregelt sein.

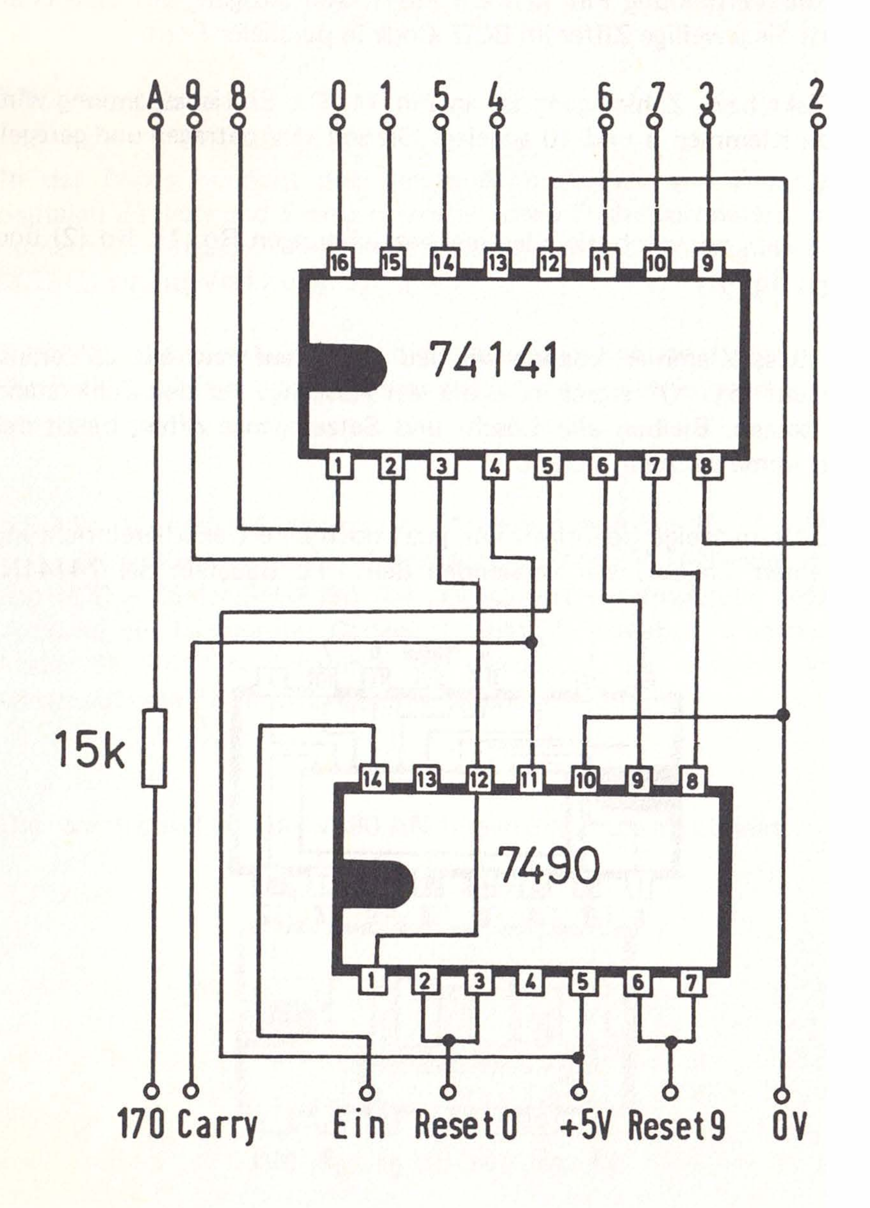
Nun finden wir noch die Klemmenbezeichnungen Ro (1), Ro (2) und $R_{9\,(1)}$, $R_{9\,(2)}$.

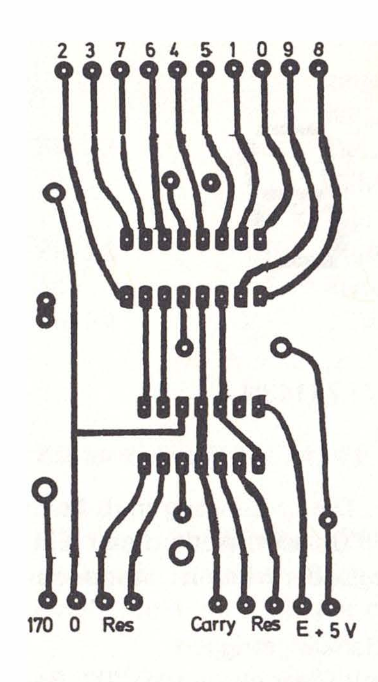
Über diese Klemmen können wir den Zähler auf bzw. alle Zählerausgänge auf log. "0" setzen oder die vier Ausgänge auf den Zählerstand neun setzen. Bleiben alle Lösch- und Setzeingänge offen, bleibt der Zähler imme auf neun stehen.

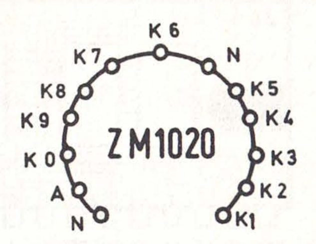
Zur Ziffernanzeige benötigen wir jetzt noch eine Dekodiereinrichtung und einen Treiber. Wir verwenden den TTL Baustein SN 74141N.



Schaltbild: Zähler und Dekoder







Sockelschaltbild für die Ziffernanzeigeröhre ZM 1020

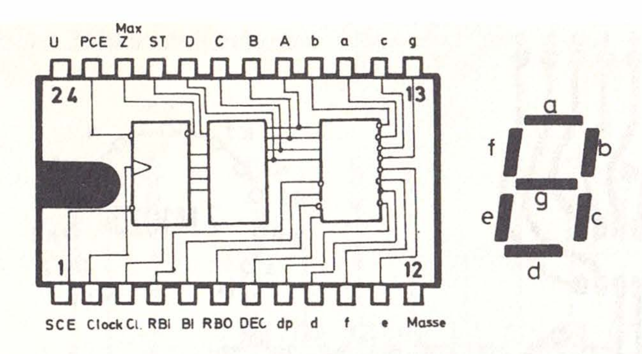
Printvorlage für den BCD - Zähler mit Dekoder - Treiber.

Die Betriebsspannungsanschlüsse müssen noch nach nebenstehendem Schaltbild überbrückt werden. Der 150KΩ Widerstand in der 170 V-Leitung kann auf der Platine mit untergebracht werden.

Anschluß E ist der Impulseingang.

5.5.3 Digitale Anzeigeeinheit mit dem MSI - Baustein SN 74143/144

Die nachfolgend beschriebene Zähldekade läßt sich für Zähler, Uhren, Digitalanzeigen, Meßgeräte, Steuerungen und Displays anwenden.
Die Anordnung besteht aus einem einzigen integrierten Baustein SN 74143 N und einer 7-Segment LED-Anzeige oder Minitron. Es sind keine Stormbegrenzungswiderstände erforderlich, da eine Strombegrenzung in den Baustein bereits eingebaut ist.
Weiterhin enthält der integrierte Schaltkreis einen Zwischenspeicher sowie einen BCD - Ausgang hinter dem Zähler.



Anschlußbelegung und Innenschaltung des SN 74143N

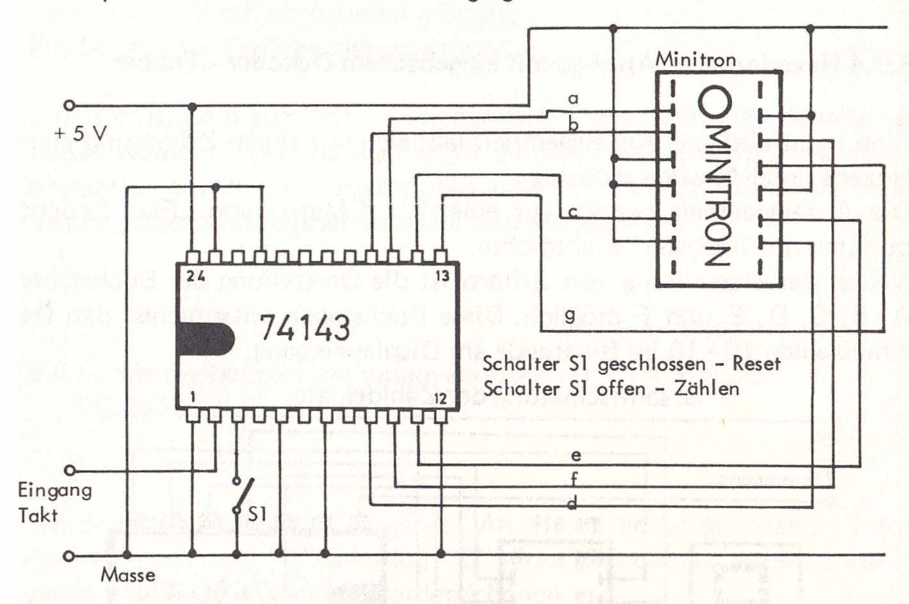
Anschlußbezeichnung und deren Funktion

Pin 1	SCE	Serial Count Enable. Dieser Eingang muß beim Zählbetrieb auf log. "0" sein. Wenn dieser Eingang auf log. "1" liegt oder offen ist, stoppt der Zähler.
Pin 2	Clock	Takteingang positiv flankengetriggert
Pin 3	Clear	Zähler auf 0 setzen mit Clear gleich log. "0". Bei Betrieb muß der Clear auf log. "1" liegen.
Pin 4	RBI	Ripple Blanking Input. Zur Unterdrückung von Nullanzeigen. Wenn der Inhalt des Zwischenspeichers 0 ist, und am Pin 4 log. "0" liegt, wird diese 0 nicht an das Display gegeben.
Pin 5	BI	Blanking Input. Wenn dieser Eingang auf log. "1" liegt, wird die Anzeige unterdrückt. Mit einem veränderlichen Impuls an diesem Eingang kann die Helligkeit der Ziffernanzeige eingestellt werden.
Pin 6	RBO	Ripple Blanking Output. Dieser Ausgang gibt die Information für RBI an die nächste Dekade weiter.
Pin 7	DEC	Dezimalpunkt. Dieser Eingang muß log. "1" damit der Dezimalpunkt angezeigt wird. Wenn dieser Eingang log. "0" ist, wird der Dezimalpunkt nicht angezeigt.
Pin 8-10, 13-16		Siebensegmentausgänge
Pin 17-20		BCD - Ausgänge hinter dem Latch.
Pin 21	ST	Latch Strobe. Wenn auf log. "0" folgt die An-

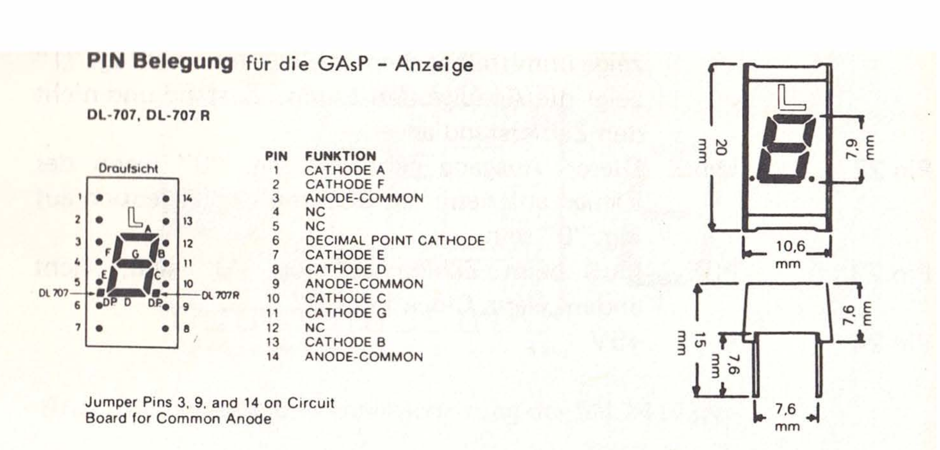
		zeige unmittelbar dem Zähler. Wenn auf log. "1" zeigt die Anzeige den Latch - Zustand und nicht den Zählerstand an.
Pin 22	MaxZ	Dieser Ausgang geht auf log. "0" wenn der Zähler auf neun ist. SCE muß dafür jedoch auf log. "0" sein.
Pin 23	PCE	Muß beim Zählen auf log. "0" sein. Nicht ändern wenn Clock log. "0"
Pin 24	U	+5V

Zähldekade mit SN 74143

Die Inbetriebnahme der Zähldekade ist einfach, da sie nur aus zwei Bauelementen besteht. Nach Anschluß der Betriebsspannung kann mit einem prellfreien Schalter die Anzeige getestet werden.



Anstelle der Minitron Anzeige kann auch eine Gallium Arsenid Phosphid Anzeige verwendet werden. Die Siebensegmentausgänge sind mit a-g bezeichnet und brauchen nur an die andere Anzeige angeschlossen werden. Weiterhin muß die gemeinsame Anode noch verschaltet werden.

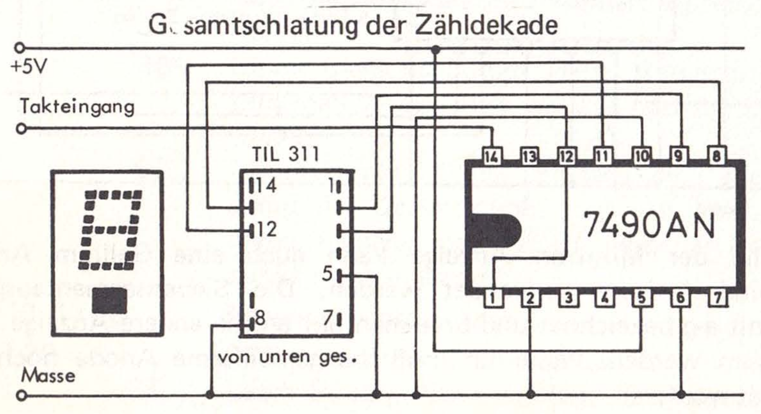


Abmessungen der GAs-P-Anzeige

Bausatz und Platine können vom Verlag bezogen werden.
(Solange Vorrat reicht)

5.5.4 Hexadezimal - Anzeige mit eingebautem Dekoder - Treiber

Eine recht einfache Anzeigeeinheit läßt sich mit einem Zähler und einer Hexadezimal-Anzeige afubauen.
Die Anzeigeeinheit besteht aus einer 7 x 4 Matrix von LED - Leuchtpunkten mit höchster leuchtdichte.
Neben der Darstellung von Ziffern ist die Darstellung der Buchstaben A, B, C, D, E und F möglich. Diese Buchstaben entsprechen den Dezimalzahlen 10 - 15 im Binärcode am Displayeingang.



Pin 5	Latch Strobe input. Wenn auf log. "0" folgt die Anzeige direkt dem Eingang. Wenn auf log. "1" bleiben die Daten im Speicher erhalten, auch wenn sich der Zählerstand ändert.
Pin 8	Blanking Input. Dieser Eingang kann gepulst werden, um eine Modulation der Intensität zu erreichen. Log. "1" Display gesperrt, log. "0" Display zeigt an.
Pin 3,2,13,12	Latch Dateineingänge A, B, C, D. Wenn Pin 5 auf log. "0" ist, werden diese Daten in das Register (Latch) aufgenommen.
Pin 4,10	Dezimalpunkt. Diese VLEDs sind nicht an die interne Logik angeschlossen. Wenn der Dezimalpunkt benutzt wird, muß ein externer Widerstand angeschlossen werden.
Pin 1	VLED - Versorgungsspannung. Hier kann man eine ungeregelte Spannung anschließen, wenn man den Strom für die VLEDs nicht aus dem Logikstromversorgungsteil entnehmen möchte.
Pin 14, 7	Logikbetriebsspannung.

Der Zähler kann zur Prüfung wieder mit einem prellfreien Schalter getaktet werden. Takteingang Pin 14 am SN 7490. Die Stromaufnahme beträgt ca 5 mA pro Leuchtpunkt und ist innerhalb des angegebenen Versorgungsspannungsbereiches nahezu konstant.

5.6 Schaltungsbeispiel mit einem Datenselektor/Multiplexer SN 74151 N

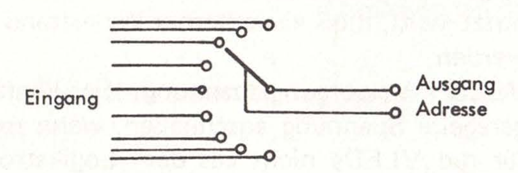
Die Schaltung besitzt 8 Eingänge. An diesen liegen gleichzeitig Informationen an. (log. "1" oder log. "0".), die über die Datenselektionseingänge (Pin 9-11) angewählt werden können.
Am Ausgang Pin 5 oder Pin 6 können die Daten dann in serieller Form erscheinen. Durch ein log. "1" Signal am Eingang Pin 7 kann der Ausgang gesperrt werden.

Die nachfolgend gezeigte Schaltung stellt einen 8 - Bit Parallel-Serien

Umsetzer dar. An den Dateneingängen Pin 1-4 und Pin 12-15 werden die Informationen über einen Zwischenspeicher, (das könnten zwei 7475 sein) angelegt.

Über den Zähler 7493 wird jeder dieser einzelenen Eingänge angewählt. Dies geschieht über die Datenselektionseingänge 9, 10 und 11.

Der Zähler 7493 wird über einen Schalter "Ein" und "Aus" geschaltet.



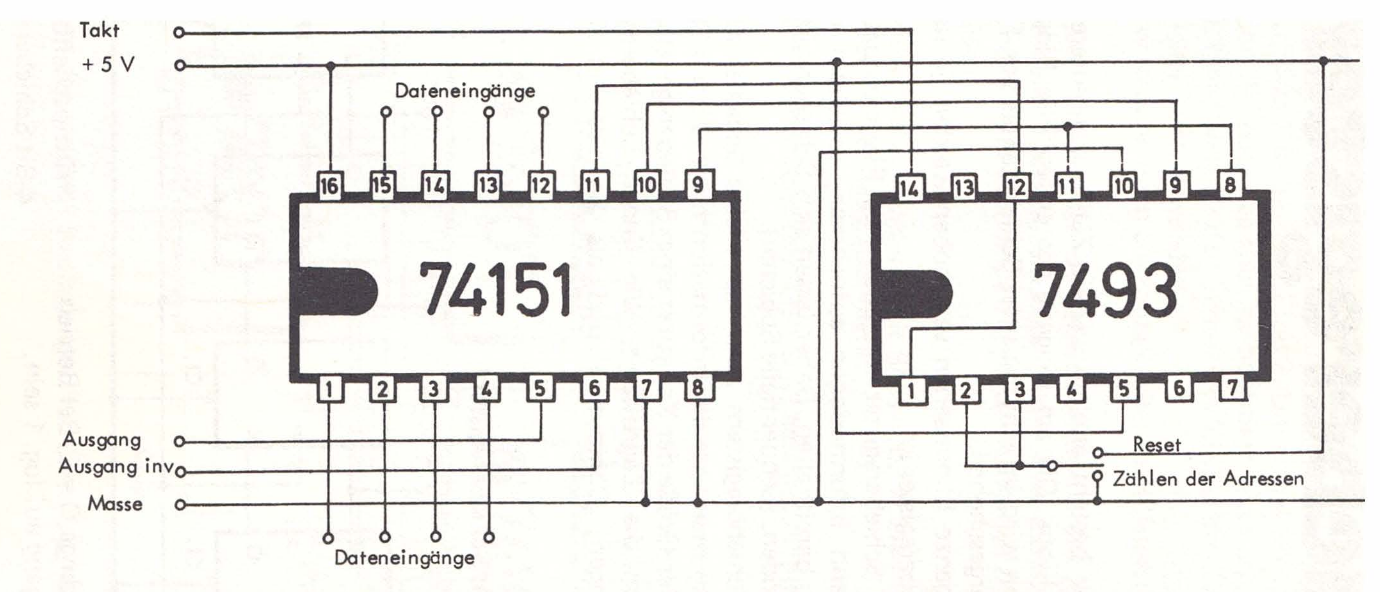
Prizipschaltbild eines Datenselektkors/Multiplexer

Mit Datenselektoren lassen sich auch auf einfache Weise preiswerte Festwertspeicher aufbauen. Man beschaltet die Dateneingänge mit den gewünschten Informationen und kann über die Adressen die einzelnen Speicherplätze anwählen.

Weiterhin werden Datenselektoren/Multiplexer in seriellen Datenübertragungsanlagen eingesetzt. Die Daten stehen hier meist in paralleler Form zur Verfügung. Durch einen Datenselektor/Multiplexer werden sie in eine serielle Form gebracht und über eine Leitung übertragen.

Am anderen Ende der Leitung befindet sich ein Demultiplexer (z.B. SN 74LS 138) der die ankommenden seriellen Daten wieder auf acht verschiedene Ausgänge schaltet.

Sender und Empfänger werden meist mit der gleichen Taktfrequenz gesteuert, d.h. beide Adresszähler wählen die Adressen mit der gleichen Frequenz an.



Verbindet man die Anschlüsse (2und3) mit Anschluß 8 beim Zähler 7493 , so wird die Adresse sofort nach dem Zählerstand 8 wieder zurückgesetzt.

8 Bit Parallel Serien Umsetzer

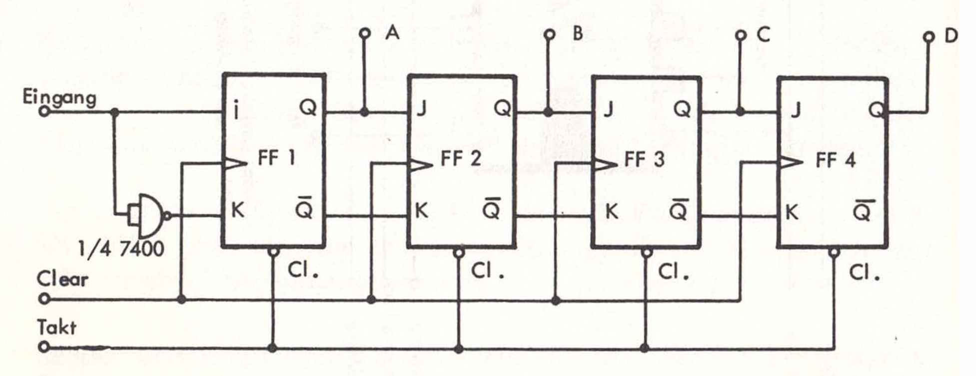
Schieberegister

6. Schieberegister

6.1 Allgemeines

Ein Schieberegister besteht ähnlich wie ein Zähler aus hintereinandergeschalteten Flip Flops. Die am Eingang des ersten Flip Flops eingegebene Information wird im Rhythmus des Schiebetaktes von Flip Flop zu Flip Flop weitergeschoben.
Es können auch ganze Impulsserien verschoben werden, je nach dem wie groß das Schieberegister ist.
Man kann solche Schieberegister mit allen Flip Flops aufbauen. Ein Schieberegister kann Informationen aufnehmen, speichern und zur Weiterverarbeitung bereithalten. Daher lassen sich Schieberegister auch als Speicher verwenden. (Sequentielle Speicher)
Es können mit Schieberegistern zwar nur kleine Speicher aufgebaut werden, dafür kann man aber die Information innerhalb des Speichers verschieben. Mit der Größe der Kapazität eines Schieberegisterspeichers wächst dann auch die Zugriffszeit. Wir finden Schieberegister in Maschinensteuerungen, Computern und als Speicher in Taschenrechnern.

6.2 Wie arbeitet ein Schieberegister?



Clear = 0, alle Ausgänge Q = 0. Bei Betrieb muß der Clear Eingang auf log. 1 sein.

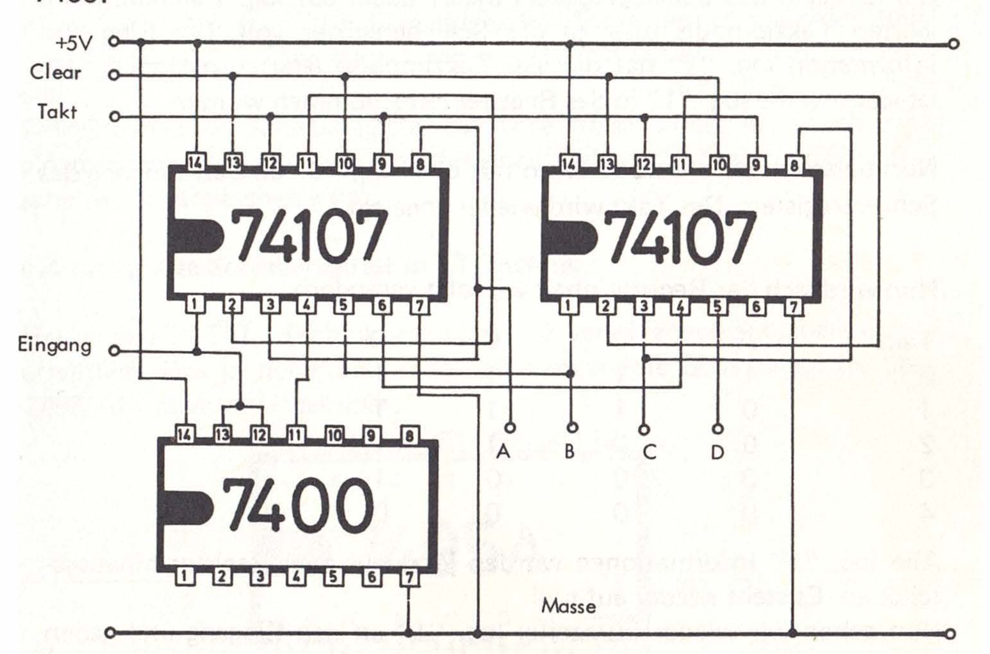
Prinzipschaltbild eines 4-Bit Schieberegisters

Mit dem ersten Taktimpuls wird die am Eingang stehende Information in das Flip Flop 1 übernommen. Der nachfolgende Taktimpuls schreibt die nächste Information in das 1. Flip Flop und schiebt die Information aus Flip Flop 1 in das Flip Flop 2. Um eine 4-Bit seriell anstehende Information in das Register zu befördern sind vier Taktimpulse notwendig. Meist wird für den Schreibzyklus und den Lesezyklus ein unterschiedlicher Takt verwendet.
Hierzu wird dann noch eine entsprechende Hilfsschaltung benötigt.

Nach dem Anlegen der Betriebsspannung nimmt jedes Schieberegister eine beliebige Stellung ein. Man kann dies durch Anschluß der entsprechenden Indikatorlämpchen an die Ausgänge A, B, C und D leicht nachprüfen.

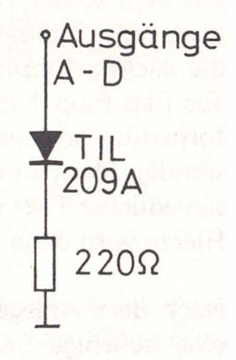
Die nachfolgende Schaltung mit SN 74107 N als Flip Flop eignet sich bestens für ein solches Experiment.

Praktische Ausführung des 4-Bit Schieberegisters mit SN 74107 und SN 7400.



Es gelten die gleichen Bedingungen für Clear und Betrieb wie im Prinzipschaltbild.

Nebenstehende VLED TIL 209A mit entspr. Vorwiderstand kann zur Anzeige der Ausgangszustände verwendet werden. Als Taktgeber kann ein prellfreier Schalter oder ein langsam laufender Impulsgenerator verwendet werden.
Der Eingang Clear iwrd kurzzeitig auf log. "1" gelegt, und damit das ganze Register auf log. "0" gesetzt. Nach vier Taktimpulsen ergibt sich folgender Stand.



Takt	A	B	C	D
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	1

Der Eingang des Schieberegisters bleibt dabei auf log. 1 stehen. Beim vierten Taktipmpuls also ist das Schieberegister voll. Die Eingangsinformation log. "1" hat die vier Taktimpulse lang angestanden, also ist vier mal die log. "1" in das Register aufgenommen worden.

Nun belassen wir alles und legen nur eine log. "0" an den Eingang des Schieberegisters. Der Takt wird wieder angelegt.

Nun wird sich der Registerinhalt wiefolgt verändern.

Takt	A	B	C	D
0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
2	0	0	1	1
3	0	0	0	1
4	0	0	0	0

Alle log. "1" Informationen wurden jetzt aus dem Register hinausgeschoben. Es steht wieder auf null.
Nun geben wir wieder kurzzeitig log. "1" an den Eingang und geben einen Schiebetakt an den Takteingang. Nach dem ersten Taktimpuls legen wir den Eingang des Schieberegisters wieder auf log. "0". Es

ergibt sich folgendes Bild.

Takt	A	B	C	D
0	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1
5	0	0	0	0

Mit jedem Schiebetakt wurde hier also die anfangs eingegebene Information log. "1" um eine Stelle weitergeschoben. Die einzelenen Flip Flops erhalten nacheinander die eingegebene Information. Je nach dem, was beim ersten Taktimpuls am Eingang liegt, wird durchgeschoben.

6.3 Ringzähler oder Umlaufregister

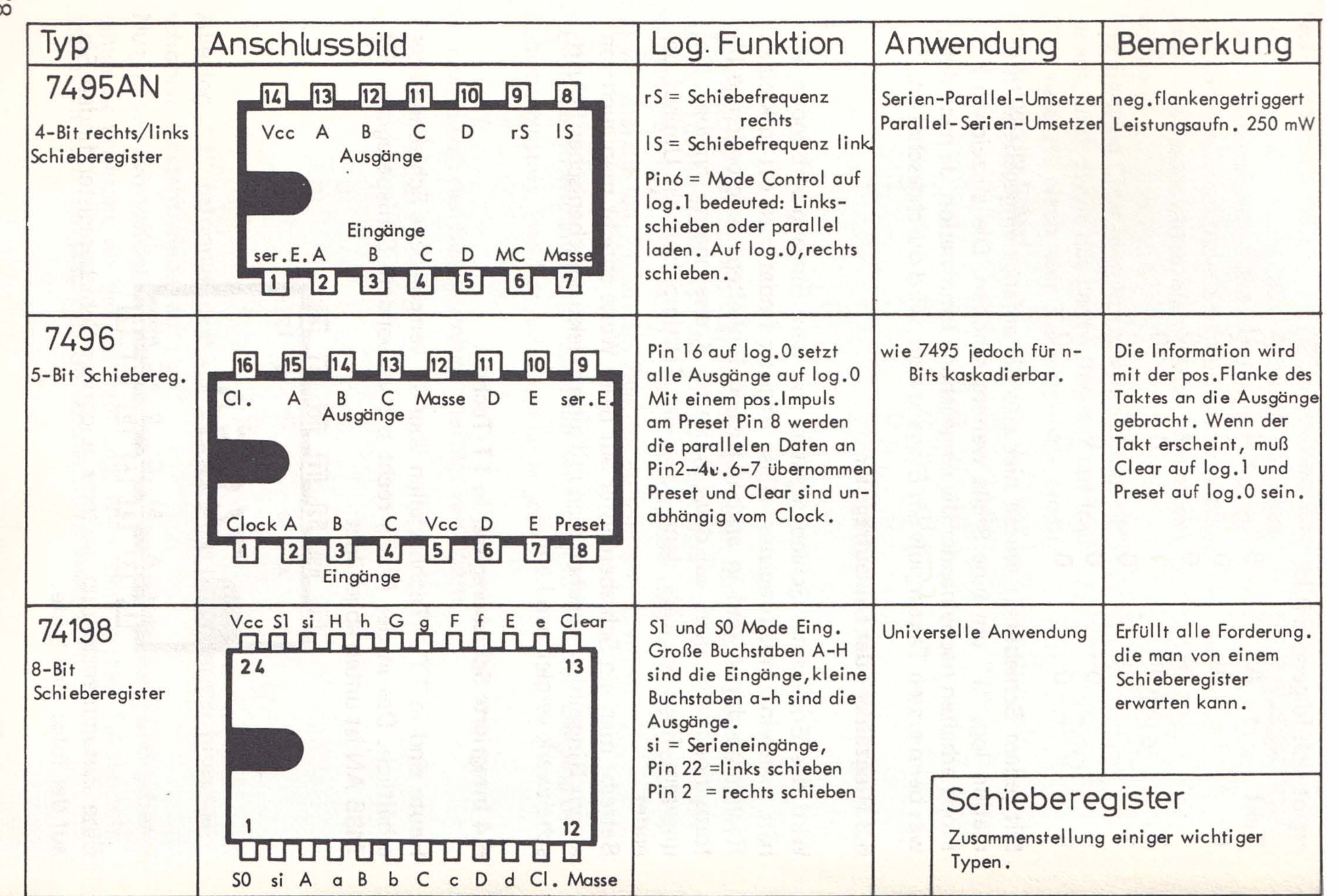
Wird das Ende eines Schieberegisters mit dem Eingang verbunden, erhält man ein Umlaufregister. Diese Register findet man oft in kleinen Rechenmaschinen und in arithmetischen Einheiten. Jede beliebige Information kann man auf diese Weise im Kreise herum schieben. Bei unserem Register wäre dann nach vier Taktimpulsen ein Umlauf beendet.
Betreibt man ein Schieberegister auf diese Weise spricht man auch von einem Ringzähler, welchen man mit einem elektromechanischen Schrittschaltwerk vergleichen kann.

6.4 Integrierte Schieberegister in TT-Technik

Heute sind in TTL -Technik allen über 12 verschiedene Schieberegister erhältlich. Das in der Praxis recht oft verwendete Schieberegister SN 7495 AN ist unten abgebildet:



Eine Zusammenstellung weiterer wichtiger Schieberegister finden Sie auf der folgenden Seite.



Typ	Anschlussbild	Log. Funktion	Anwendung	Bemerkung
7495AN 4-Bit rechts/links Schieberegister	14 13 12 11 10 9 8 Vcc A B C D rS lS Ausgänge Eingänge ser.E.A B C D MC Masse 1 2 3 4 5 6 7	rS = Schiebefrequenz rechts lS = Schiebefrequenz link Pin6 = Mode Control auf log.1 bedeuted: Links-schieben oder parallel laden. Auf log.0, rechts schieben.	Serien-Parallel-Umsetzer Parallel-Serien-Umsetzer	neg. flankengetriggert Leistungsaufn. 250 mW
7496 5-Bit Schiebereg.	16 15 14 13 12 11 10 9 Cl. A B C Masse D E ser.E. Ausgänge Clock A B C Vcc D E Preset 1 2 3 4 5 6 7 8 Eingänge	Pin 16 auf log.0 setzt alle Ausgänge auf log.0 Mit einem pos. Impuls am Preset Pin 8 werden die parallelen Daten an Pin2–4u.6–7 übernommen Preset und Clear sind un-abhängig vom Clock.	wie 7495 jedoch für n-Bits kaskadierbar.	Die Information wird mit der pos. Flanke des Taktes an die Ausgänge gebracht. Wenn der Takt erscheint, muß Clear auf log.1 und Preset auf log.0 sein.
74198 8-Bit Schieberegister	Vcc S1 si H h G g F f E e Clear 24 13 1 12 S0 si A a B b C c D d Cl. Masse	S1 und S0 Mode Eing. Große Buchstaben A–H sind die Eingänge, kleine Buchstaben a–h sind die Ausgänge. si = Serieneingänge, Pin 22 = links schieben Pin 2 = rechts schieben	Universelle Anwendung	Erfüllt alle Forderung. die man von einem Schieberegister erwarten kann.

Schieberegister

Zusammenstellung einiger wichtiger Typen.

6.5 Experimente mit dem Schieberegister SN 7495 AN

Um uns mit den Eigenschaften eines Schieberegisters enger vertraut zu machen, wollen wir den IC - Baustein 7495 genauer untersuchen.
Auf einem Experimentierboard schließen wir an den Anschlüssen 7 und 14 die Betriebsspannung an. Da der 7495 keinen direkten Löscheingang hat, müssen wir erst einmal die Information 0000 in das Register schieben. Dies geschieht dadurch, daß wir den Anschluß 6 (Mode - Control) mit 0 verbinden. An den Serien Eingang Anschluß 1 legen wir log. "0" an und geben mit einem Taktgenerator bzw. prellfreien Taster vier Impulse über den Takteingang an Anschluß 8.
Nach diesen vier Taktimpulsen ist das Register mit allen Ausgängen auf log. "0". Nun ändern wir die Information am Serieneingang auf log. "1" und geben wieder vier Taktimpulse an den Takteingang. Das Register ist nun mit 1111 gefüllt.

Verbindet man den Ausgang D (Anschluß 10) mit dem Serieneingang (Anschluß 1) erhält man einen Ringzähler.

Durch eine weitere Beschaltung ist es möglich die Information nach links zu verschieben. Der Mode Control Eingang (Anschluß 6) wird hierfür auf log. "1" gelegt. Der Takt wird an Anschluß 8 (Clock 2, links schieben) angelegt.
Hierzu ist es jedoch notwendig, daß noch einige äußerliche Verbindungen geschaffen werden.

Verbindungen von	nach
12	2
11	3
10	4

wobei der Eingang Pin 5 nun als Serieneingang verwendet wird.

Betrieb als Halteregister
Mit dem 7495 kann eine 4-Bit Information auch parallel in das Register aufgenommen werden. Die Klemme Mode Control bleibt dabei an log. "1". Die Eingänge ABCD werden mit der zu übernehmenden Information verbunden. Mit dem Takt wird dann die Information zur gleichen Zeit in das Register hereingenommen.

Parallel - Serien Umwandlung mit einem Schieberegister

Schieberegister eignen sich bestens zur Umwandlung von und in serielle Code - Worte. Man benötigt solche Umsetzer, wenn z.B. Informationen von einem Lochstreifen an einem Display angezeigt werden sollen.

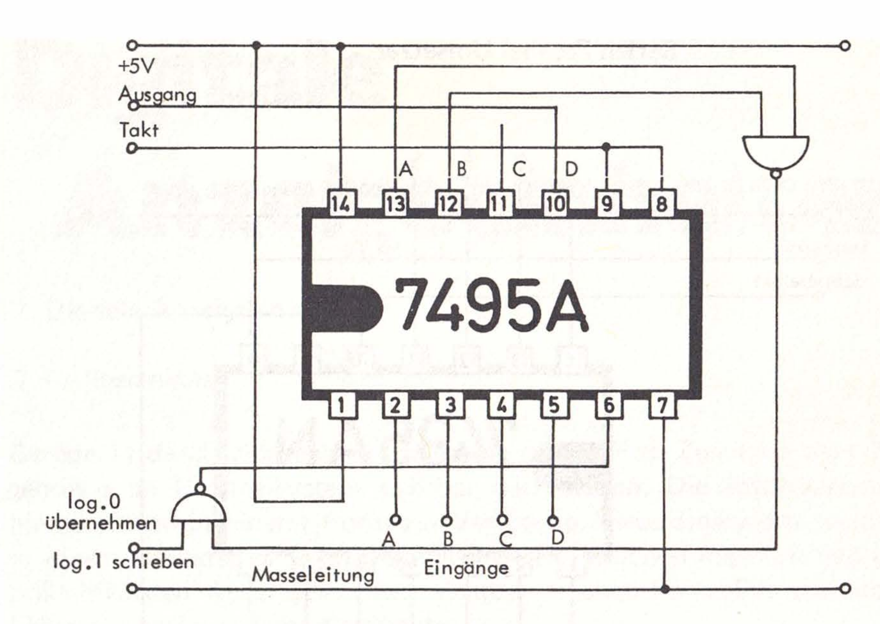
In diesem Falle legen wir die Klemme 6 am 7495 an log. "1" und den Eingang Klemme 1 an log. "0".
Die beiden Schiebetakteingänge
Anschlüsse 7 und 8 werden vom gleichen Clock angesteuert. An die Eingänge A-D wird die parallele Information angelegt.
Mit dem ersten Takt wird die Information in das Register übernommen. Nun schalten wir den Mode Control auf log. "0". Mit jedem weiteren Taktimpuls wird nun die Information über den Ausgang D hinausgeschoben. Sie liegt nun in serieller Form vor.

Beschreibung des 3-Bit Parallel - Serien Umsetzers
Nehmen wir einmal an unser 3-Bit Schieberegister sollte die Information H L H (101) welche parallel an den drei Eingängen B, C und D zur Verfügung steht, in eine Serienform umwandeln. Den Eingang A legen wir auf log. "0", damit die erste Registerstelle eine log. "0" wird. Durch den Impuls am Starteingang wird Pin 6 positiv und das Register übernimmt an den Eingängen die anstehenden Daten:

Am Ausgang erscheint dann:

	A	B	C	D			
Start Takt	0	1	0	1			
2. Imp.	1	0	1	0	1		
3. Imp.	1	1	0	1	0	1	
4. Imp.	1	1	1	0	1	0	1

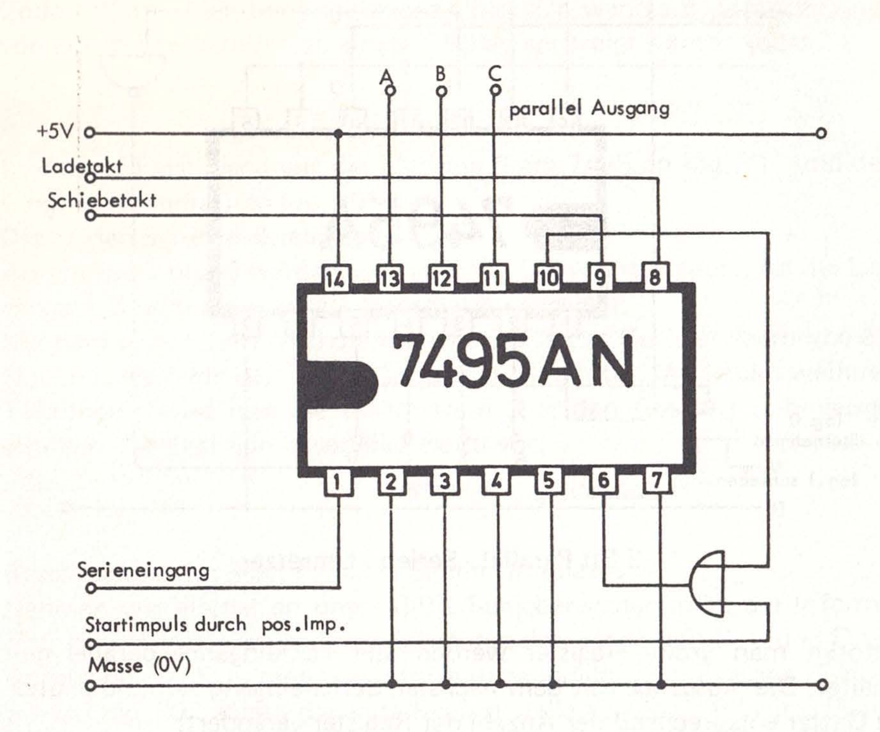
Jetzt geht das Potential am Starteingang wieder auf log. "1". Das Register kann jetzt schieben. Alle nachfolgenden Stellen werden mit log. "1" aufgefüllt. Nach dem dritten Takt sind alle Potentiale bereits am Ausgang D erschienen. Jetzt wird die Information von A und B (beide sind nun log. "1") dazu verwandt, das Register auf Laden zu stellen und mit dem nächsten Startimpuls die neue Information wieder zu übernehmen.



3 Bit Parallel - Serien - Umsetzer

Benötigt man große Register werden alle Takteingänge parallel geschaltet. Die Ausgänge mit dem nächsten Serieneingang verbunden und die Gatter entsprechend der Anzahl der Register verändert.

Serien Parallel Umsetzer



Schaltungsbeispiel für einen Serien - Parallel - Umsetzer

Mit einem positiven Impuls am Serieneingang stellen wir das Register auf 100. Anschließend wird die 3-Bit Information mit dem Schiebetakt eingelesen. Sobald die log. "1" am Ausgang D angekommen ist, wird über das ODER Gatter das Register wieder in den Ladezustand versetzt. Jetzt wird wieder 100 eingelesen und die Information kann folgen.

Digitale Anzeigeeinheiten

7. Digitale Anzeigeeinheiten

7.1 Allgemeines

Gerade in der Digitaltechnik ist es oft erforderlich Zustände oder Ergebnisse im Dezimalsystem sichtbar darzustellen. Die Informationen hierzu stehen in binärer Form zur Verfügung. Diese Binärworte werden in einem Dekoder in einen Code umkodiert, welchen man mit den gebräuchlichsten Anzeigeeinheiten sichtbar machen kann. Die gebräuchlichsten Anzeigesysteme sind heute:

A Gasgefüllte Anzeigeröhren
B GAs-P Leuchtdiodenanzeigen
C Flüssigkristallanzeigen
D Glühfadenanzeigen (Minitron)

Wobei wir wieder die gasgefüllten Anzeigeröhren in Siebensegment- und Ganzzahlanzeigeeinheiten unterteilen können.
Die GAs-P - Anzeigeeinheiten lassen sich wiederum in Siebensegmentanzeigen und Hexadezimalanzeigen unterteilen. Zu jeder Anzeigeeinheit gibt es heute meist die zugehörigen Dekoder und Treiber.

7.2 Anwendung von Anzeigeeinheiten

Meß- und Regeltechnik, Testgeräte, Zähldekaden, Taschen- und Tischrechner, Digitaluhren, Zählanlagen und Anzeige von Daten in allen Bereichen. Halbleiteranzeigen haben gegenüber herkömmlichen Anzeigeelementen folgende Vorteile:

A Hohe Zuverlässigkeit durch Halbleitermaterial
B Geringe Betriebsspannung
C Große Sichtwinkel
D Schock- und Vobrationsfest
E Hohe Lebensdauer

7.3 Auswahl von Anzeigeeinheiten

Bei der Auswahl von Anzeigeeinheiten ist es sehr schwierig, da die Aufnahmen in den Prospekten meist nur sehr wenig über die Helligkeit und den Kontrast aussagen. Es ist daher in jedem Falle wichtig, sich eine Einheit vor dem Einsatz in einer Entwicklung genaustens anzuschauen. Leuchtkraft ist eine subjektive Eigenschaft und ist nich direkt meßbar. Die Leuchtkraft wird von den Herstellern meist in foot - lambert angegeben. Diese Einheit bezieht sich auf eine punktförmige Lichtquelle. Unser Auge nimmt jedoch mehr die leuchtende Fläche, als die leuchtenden einzelnen Punkte auf. Daher sollte man immer die in die engere Wahl gezogenen Anzeigen nebeneinander betreiben und begutachten.

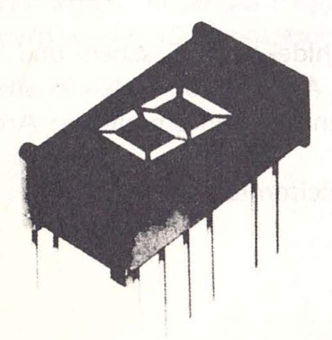
7.4 Gasgefüllte Anzeigeeinheiten

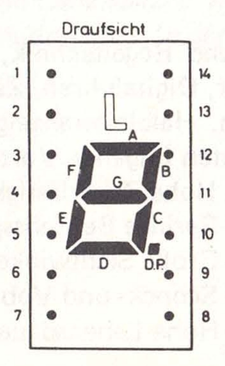
Die gasgefüllten Anzeigeröhren wurden im Jahre 1955 von Burroughs in USA erstmals vorgestellt. Die erste alphanumerische Anzeige wurde im Jahre 1963 herausgebracht.

7.5 Leuchtdiodenanzeigen in GAs und GAs P Technologie

Seit 1963 gibt es Siebensegmentanzeigen auf dem Markt. Sie bestehen aus einem Symbol welches aus sieben einzelnen Segmenten zusammengesetzt ist. D.h. jede Ziffer setzt sich aus sieben Leuchtbalken zusammen.

Man kann damit alle Zahlen von 0 - 9 und für Sonderfälle auch die Buchstaben A, C, E, F, H, L, P, S und U darstellen. Das Grundraster bildet dbei immer ein stehendes Rechteck, halbiert durch einen waagrechten Balken.





Jeder einzelene Balken ist aus lichtemmittierenden GAs P Dioden zusammengesetzt. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß man pro Segment nur eine Leuchtdiode verwendet und einen lichtleitenden Balken darüberlegt.

Unter den Anzeigeeinheiten finden wir dann noch die alphanumerischen Anzeigen. Sie bestehen meist aus einer 4x7 oder 5x7 Matrix. Die Ansteuerung solcher Anzeigen ist wesentlich aufwendiger und erfolgt meist über ROMs (Character generators)
Beispiel: TIL 305 zusammen mit Festwertspeicher TMS 4103. Damit lassen sich alle Ziffern, alle Buchstaben und sämtliche Zeichen darstellen.

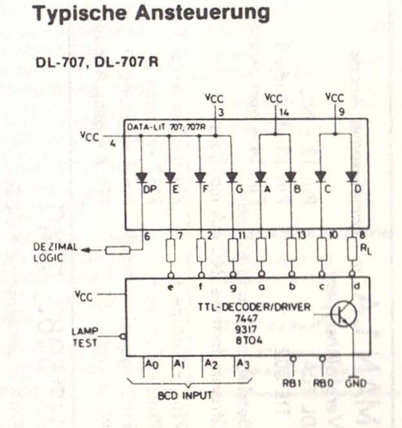
7.6 Ansteuerung von Siebensegmentanzeigen

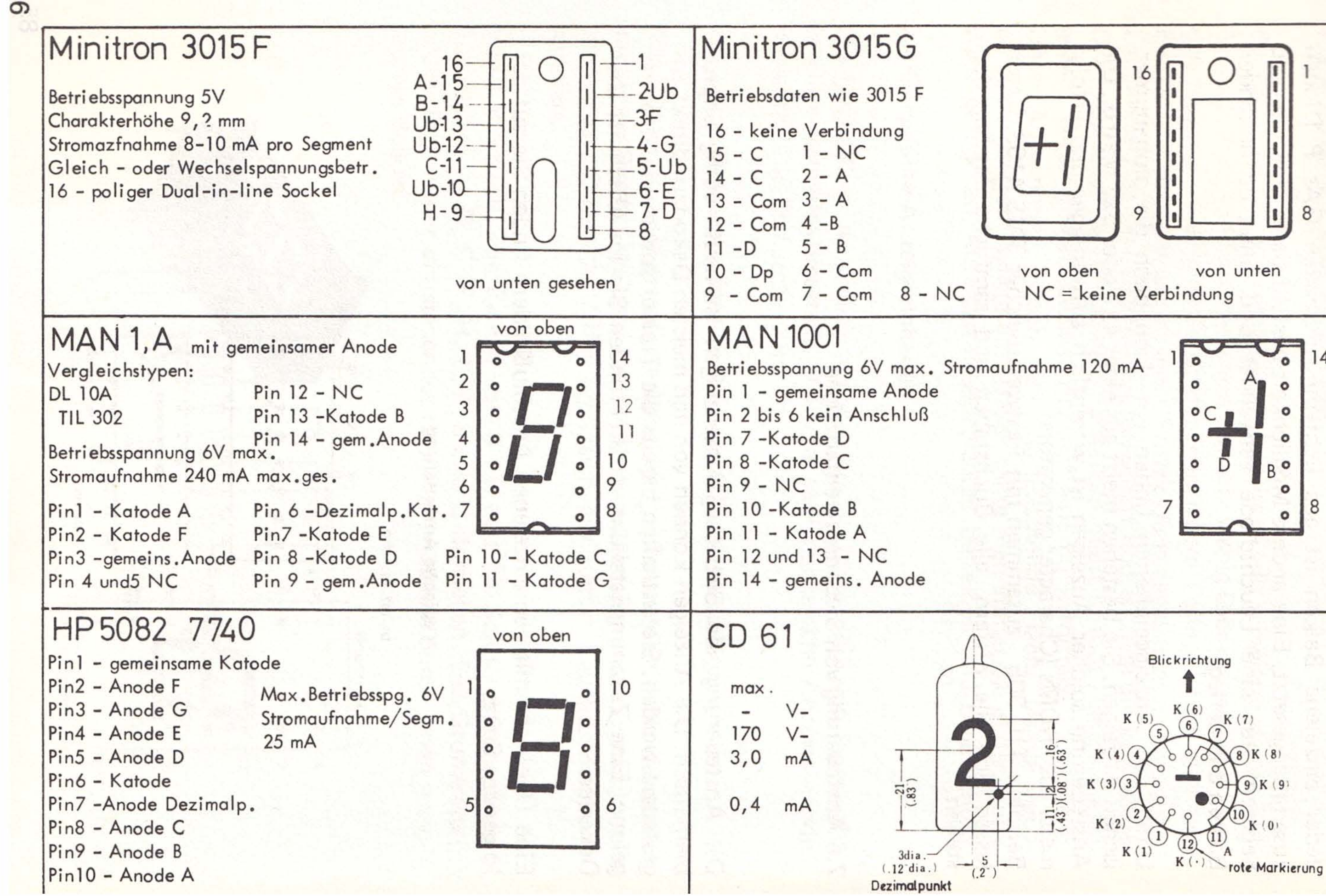
Die Ansteuerung von Siebensegmentanzeigen ist heute völlig unproblematisch. Die Anzeigen können von den meisten Dekodern direkt angesteuert werden. Sie enthalten bereits die Treiber sowie eine Stromregelung. Eine Zusammenstellung darüber finden Sie im Abschnitt über Dekoder.

Eine Übersicht mit den einzelenen Anschlußbildern finden Sie auf der folgenden Seite.

Typische Ansteuerung

DL-707, DL-707 R





Minitron 3015 F

Betriebsspannung 5V
Charakterhöhe 9,2 mm
Stromazfnahme 8-10 mA pro Segment
Gleich - oder Wechselspannungsbetr.
16 - poliger Dual-in-line Sockel

Minitron 3015 G

Betriebsdaten wie 3015 F

16 - keine Verbindung
15 - C   1 - NC
14 - C   2 - A
13 - Com   3 - A
12 - Com   4 -B
11 -D   5 - B
10 - Dp   6 - Com
9 - Com   7 - Com   8 - NC

MAN 1,A mit gemeinsamer Anode

Vergleichstypen:
DL 10A
TIL 302
Betriebsspannung 6V max.
Stromaufnahme 240 mA max.ges.

Pin1 - Katode A
Pin2 - Katode F
Pin3 -gemeins.Anode
Pin 4 und5 NC
Pin 6 -Dezimalp.Kat.
Pin7 -Katode E
Pin 8 -Katode D
Pin 9 - gem.Anode
Pin 10 - Katode C
Pin 11 - Katode G
Pin 12 - NC
Pin 13 -Katode B
Pin 14 - gem.Anode

MAN 1001

Betriebsspannung 6V max. Stromaufnahme 120 mA
Pin 1 - gemeinsame Anode
Pin 2 bis 6 kein Anschluß
Pin 7 -Katode D
Pin 8 -Katode C
Pin 9 - NC
Pin 10 -Katode B
Pin 11 - Katode A
Pin 12 und 13 - NC
Pin 14 - gemeins. Anode

HP 5082 7740

Pin1 - gemeinsame Katode
Pin2 - Anode F
Pin3 - Anode G
Pin4 - Anode E
Pin5 - Anode D
Pin6 - Katode
Pin7 -Anode Dezimalp.
Pin8 - Anode C
Pin9 - Anode B
Pin10 - Anode A

Max.Betriebsspg. 6V
Stromaufnahme/Segm.
25 mA

CD 61

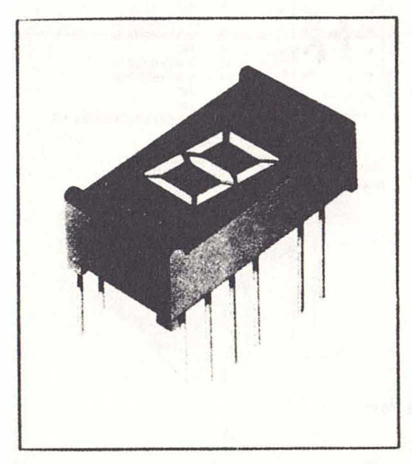
max.
- V-
170 V-
3,0 mA

0,4 mA

litronix

Data-Lit 707, 707 R, 701

8 mm Sieben-Segment-LED-Display mit gemeinsamer Anode



Eigenschaften

- Dezimalpunkt links oder rechts
- Gemeinsame Anode
- Leuchtstarke 8 mm hohe Ziffern
- Preiswerte Lichtkanal-Technik
- IC kompatibel
- Intensitätskodierung für gleichmäßige Leuchtstärke von Displays
- Standard 14 Pin DIP-Gehäuse
- Standard Anschlußbelegung DL 707 kompatibel mit DL 10/MAN 1

Beschreibung

Die DL 707, DL 707 R, DL 701 sind 8 mm hohe Ziffernanzeigen in LED-Technik für Sichtweiten bis zu 4 Meter. Die Lichtleiter-Konstruktion (Lichtkanal-Technik) ergibt breite, vollausgeleuchtete Segmente, die eine gute Ablesbarkeit auch über lange Zeit gewährleisten. Das schwarze Plastik-Gehäuse bildet einen optimalen Kontrast zu den leuchtenden Segmenten.

Die DL 707, DL 707 R und DL 701 sind direkt austauschbar mit den Serien DL 10 und MAN 1.

Durch die Verwendung nur einer LED-Diode pro Segment wurde die Verlustleistung gegenüber früheren LED-Anzeigen reduziert.

Die DL 707 — mit Dezimalpunkt links — wurde für den Einsatz in Testgeräten, Schalttafelinstrumenten und für generell industrielle Anwendungen entwickelt. Die DL 701 ist ein Polaritäts- und Überlauf-(±1)-Display.

Die DL 707 R — mit Dezimalpunkt rechts — ist für den Einsatz in Tischrechnern, Registrierkassen, Waagen ect. ideal geeignet.

Gehäusemaße (in mm)

Grenzwerte

Verlustleistung bei T_U = 25° C P_{Tot}		500 mW
Verlustleistungsabsenkung von 25 C		−6.6 mW/°C
Lager- und Betriebstemperaturbereich T_S und T_U		−20°C bis +100°C
Durchlaß Gleichstrom Total	$I_{F\ Total}$	240 mA
Pro Segment oder Punkt	I_F	30 mA
Sperrspannung	U_G	3 V

Optische/elektrische Kennwerte (25° C)

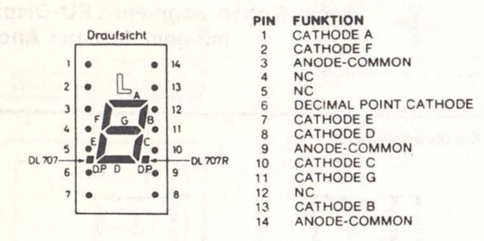
Parameter	Min	Typ	Max	Einheit	Testbedingungen
Lichtstärke	0,4	0,7		mcd	I_F = 10 mA
	0,9	1,4		mcd	I_F = 20 mA
Wellenlange beim Spitzenwert der Emission	630		700	nm	
Spektrale Halbwertsbreite		40		nm	
Durchlaßspannung		1 7	2 0	V	I_F = 20 mA
Dyn. Widerstand		6.0		Ω	I_F = 10 mA
Kapazität		120		pF	U = O V, f = 1 MHz
Sperrstrom		0.1	100	μA	U_R = 3 V

Thermische Kennwerte

Wärmewiderstand Sperrschicht/Luft	150°C/W
Wellenlängen Temperaturkoeffizient	30 Å/°C
Durchlaßspannung Temperaturkoeffizient	−1,8 mV/°C

PIN Belegung

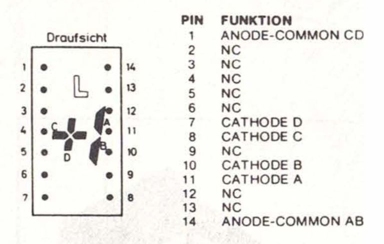
DL-707, DL-707 R



PIN	FUNKTION
1	CATHODE A
2	CATHODE F
3	ANODE-COMMON
4	NC
5	NC
6	DECIMAL POINT CATHODE
7	CATHODE E
8	CATHODE D
9	ANODE-COMMON
10	CATHODE C
11	CATHODE G
12	NC
13	CATHODE B
14	ANODE-COMMON

Jumper Pins 3, 9, and 14 on Circuit Board for Common Anode

DL-701

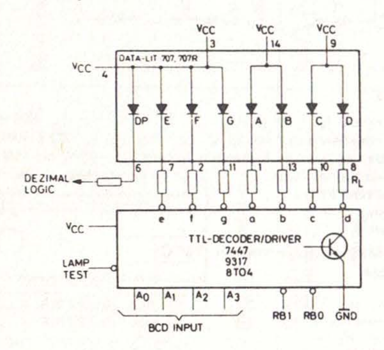


PIN	FUNKTION
1	ANODE-COMMON CD
2	NC
3	NC
4	NC
5	NC
6	NC
7	CATHODE D
8	CATHODE C
9	NC
10	CATHODE B
11	CATHODE A
12	NC
13	NC
14	ANODE-COMMON AB

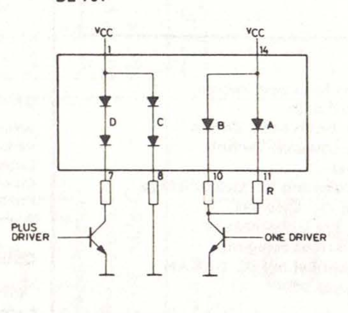
Jumper Pins 1 and 14 on Circuit Board for Common Anode

Typische Ansteuerung

DL-707, DL-707 R



DL-701



Typische optoelektronische Charakteristik

Bild 1. Lichtstärke in Abhängigkeit der Temperatur

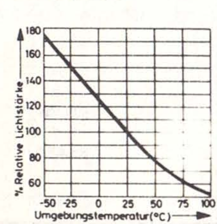
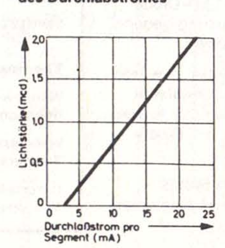


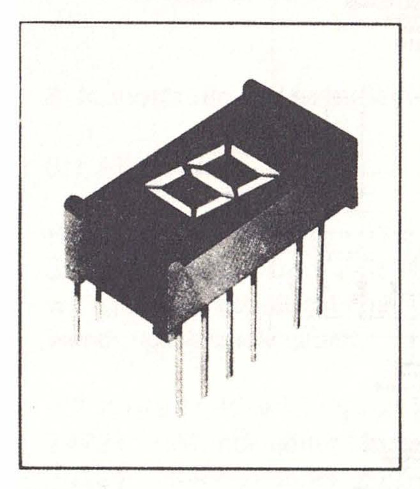
Bild 2. Lichtstärke in Abhängigkeit des Durchlaßstromes

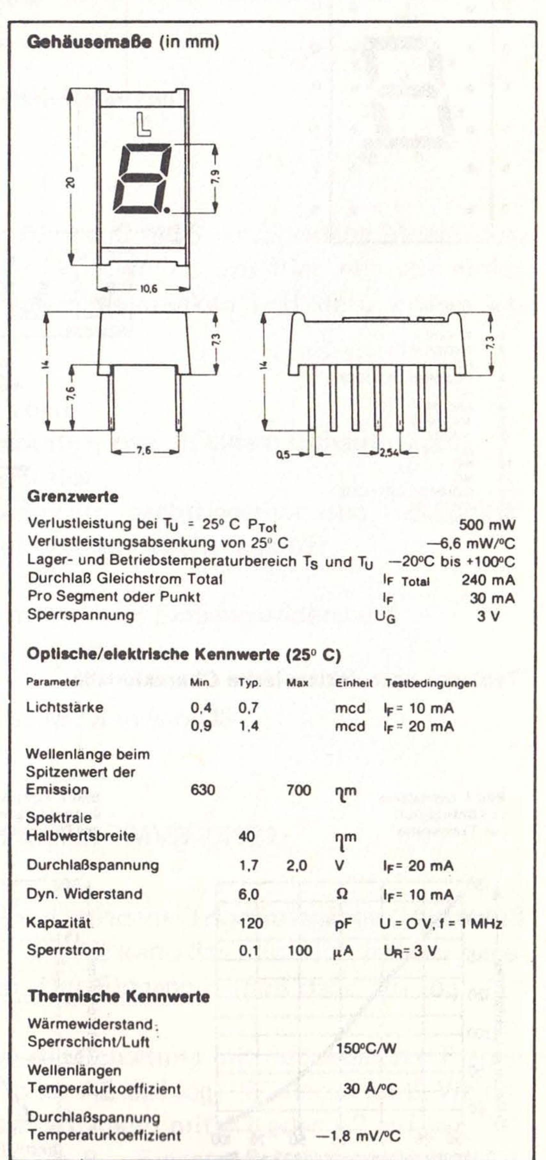


litronix

Data-Lit 704

8 mm Sieben-Segment-LED-Display mit gemeinsamer Kathode





Grenzwerte

Verlustleistung bei T_U = 25° C P_{Tot}		500 mW
Verlustleistungsabsenkung von 25° C		−6,6 mW/°C
Lager- und Betriebstemperaturbereich T_S und T_U		−20°C bis +100°C
Durchlaß Gleichstrom Total	$I_{F\ Total}$	240 mA
Pro Segment oder Punkt	I_F	30 mA
Sperrspannung	U_G	3 V

Optische/elektrische Kennwerte (25° C)

Parameter	Min	Typ.	Max	Einheit	Testbedingungen
Lichtstärke	0,4	0,7		mcd	I_F = 10 mA
	0,9	1,4		mcd	I_F = 20 mA
Wellenlänge beim Spitzenwert der Emission	630		700	ηm	
Spektrale Halbwertsbreite		40		ηm	
Durchlaßspannung		1,7	2,0	V	I_F = 20 mA
Dyn. Widerstand		6,0		Ω	I_F = 10 mA
Kapazität		120		pF	U = O V, f = 1 MHz
Sperrstrom		0,1	100	μA	U_R = 3 V

Thermische Kennwerte

Wärmewiderstand Sperrschicht/Luft	150°C/W
Wellenlängen Temperaturkoeffizient	30 Å/°C
Durchlaßspannung Temperaturkoeffizient	−1,8 mV/°C

Eigenschaften

- **Dezimalpunkt rechts**
- **Gemeinsame Kathode**
- **Leuchtstarke 8 mm hohe Ziffern**
- **Preiswerte Lichtkanal-Technik**
- **IC kompatibel**
- **Intensitätskodierung für gleichmäßige Leuchtstärke von Displays**
- **Standard 14 Pin DIP-Gehäuse**
- **Standard Anschlußbelegung DL 704 kompatibel mit DL 4/MAN 4**

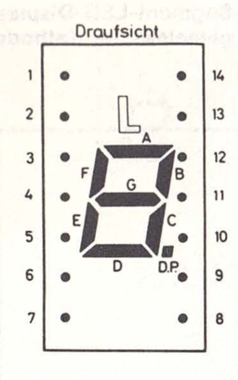
Beschreibung

Die DL 704 ist eine 8 mm-Ziffernanzeige in LED-Technik für Sichtweiten bis zu 4 Meter. Die Lichtleiter-Konstruktion (Lichtkanal-Technik) ergibt breite, vollausgeleuchtete Segmente, die eine gute Ablesbarkeit auch über lange Zeit gewährleisten. Das schwarze Plastik-Gehäuse bildet einen optimalen Kontrast zu den leuchtenden Segmenten.

Die DL 704 — mit gemeinsamer Kathode — ist direkt austauschbar mit den Typen DL 4 und MAN 4.

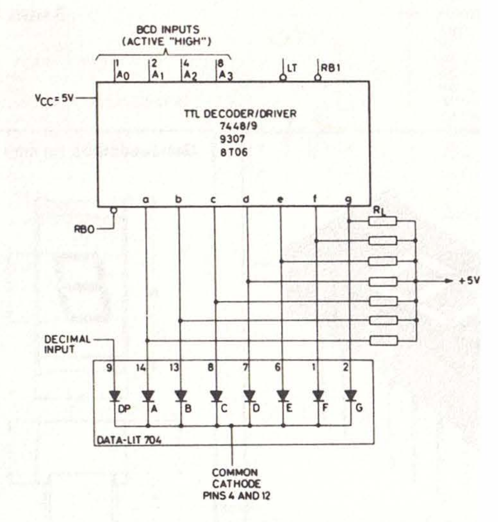
Die DL 704 ist optimiert für den Betrieb mit 10 mA pro Segment, sie kann jedoch auch mit 5 mA pro Segment Mittelwert bei Multiplexbetrieb eingesetzt werden. Sie ist daher ideal für Tischrechner, Datenterminals, Registrierkassen etc. geeignet.

PIN Belegung



PIN	Funktion
1	ANODE F
2	ANODE G
3	NC
4	COMMON CATHODE
5	NC
6	ANODE E
7	ANODE D
8	ANODE C
9	D.P. ANODE
10	NC
11	NC
12	COMMON CATHODE
13	ANODE B
14	ANODE A

Typische Ansteuerung



CALCULATION OF EXTERNAL PULL-UP RESISTOR (9307 INTERNAL PULL-UP RESISTOR = 2 KΩ NOM)

R_L = PULL-UP RESISTOR

I_F = CURRENT/SEG (mA)

$$R_L = \frac{3.3}{I_F - 1.6}\ K\Omega$$

Typische optoelektronische Charakteristik

Bild 1. Lichtstärke in Abhängigkeit der Temperatur

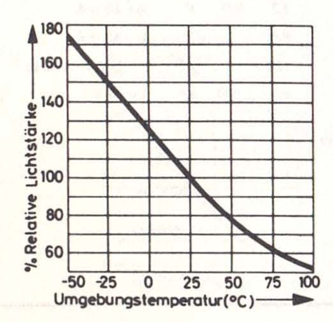
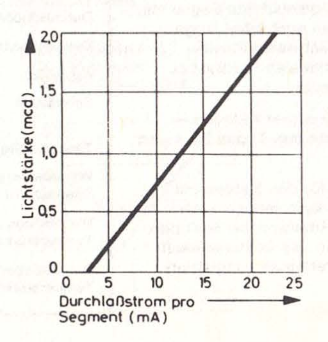


Bild 2. Lichtstärke in Abhängigkeit des Durchlaßstromes



Monostabile und astabile IC's

8. Monostabile und astabile Kippschaltungen

8.1 Allgemeines

Heute gibt es in TTL - Technik und C MOS verschiedene Monoflops, Schmitt Trigger und Zeitgeber. Wir wollen uns hier nur auf einige wenige und gebräuchliche Typen beschränken und dazu einige Anwendungsbeispiele geben.

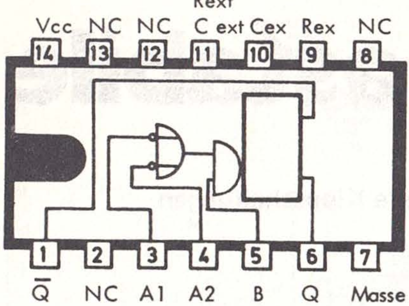
8.2 Auswahl der wichtigsten Typen

74221	Monostabiler Multivibrator, zwei in einem Gehäuse
74121	Monostabiler Multivibrator
74122	Monostabiler Multivibrator, nachtriggerbar und rückstellbar
74123	2 x monostabiler Multivibrator nachtriggerbar.
7413	2 x Schmitt Trigger
49713	2 x Schmitt Trigger mit hohem Eingangswiderstand
74132	4 x Schmitt Trigger
7414	6 x Schmitt Trigger
CD 4047	Monostabiler/astabiler MVB in C MOS

8.3 Schaltungen mit dem monostabilen MVB 74121

Das Monoflop 74121 hat drei verschiedene Triggereingänge. (Anschluß 3, 4 und 5). Über die Eingänge A1, A2 kann das Flip Flop mit der negativen Flanke getriggert werden. Der Eingang B muß dazu auf log. "1" liegen.
Über den Eingang B kann man die Schaltung mit der negativen Flanke triggern, wobei dann aber A1 oder A2 auf log. "0" liegen muß. Weiterhin können am B - Eingang Schaltflanken mit A1 oder A2 auf log. "0" liegen muß. Weiterhin können am B - Eingang Schaltflanken mit An-

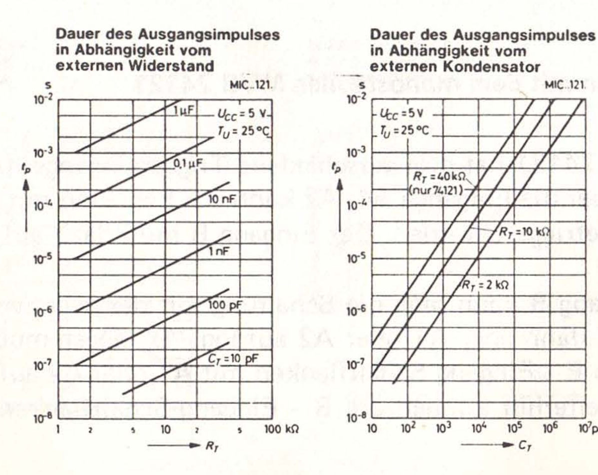
stiegszeiten von ca 1V/sek. verarbeitet werden. Ist das Monoflop einmal getriggert, sind die Eingänge gesperrt.



Die Zeit in der der Monostabile Multivibrator in seiner monostabilen Lage verbleibt wird durch die äußere Beschaltung an den Anschlüssen 9, 10 und 11 vorgenommen.
Ein Kondensator wird zwischen den Anschlüssen 10 und 11 angeschlossen, wobei bei Elkos der pos. Pol an Anschluß 10 gelegt werden muß. Will man den internen zeitbestimmenden Widerstand verwenden, verbindet man die Klemme 9 mit Klemme 14. Will man diesen Widerstand erhöhen, legt man den externen Widerstand zwischen Klemme 9 und Klemme 14.

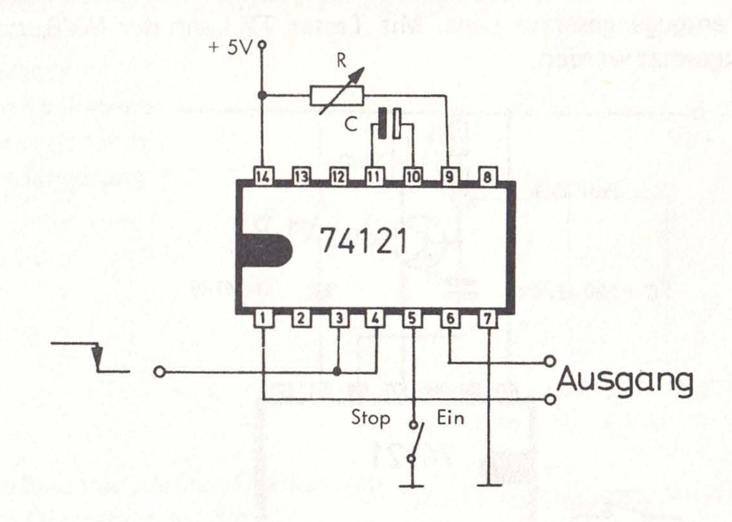
Die Verweilzeit berechnet man nach der Formel: $tv = C_{ext} \cdot R_{ext} \cdot 0{,}7$

Wobei C ext . nicht gößer als 10 uF, und R ext . nicht größer als 40 KΩ sein sollte.
In den beiden nachfolgenden Diagrammen finden Sie die Zusammenhänge zwischen Ausgangsimpuls und Widerstand und Kondensator.

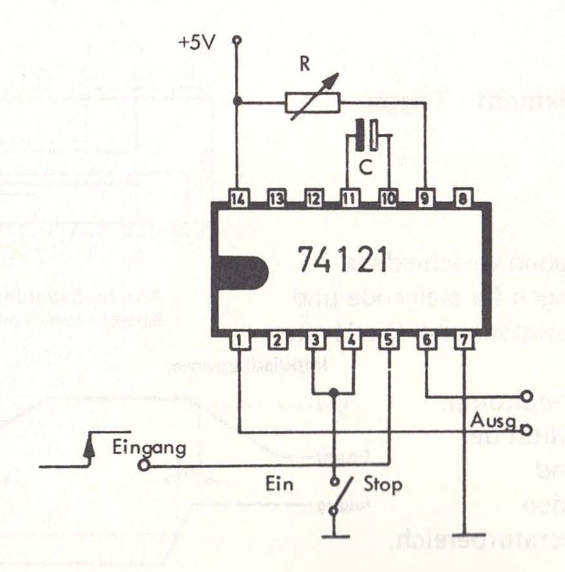


8.4 Anwendungsbeispiele mit 74121

8.4.1 Monostabiler MVB (Multivibrator) triggert mit der abfallenden Flanke

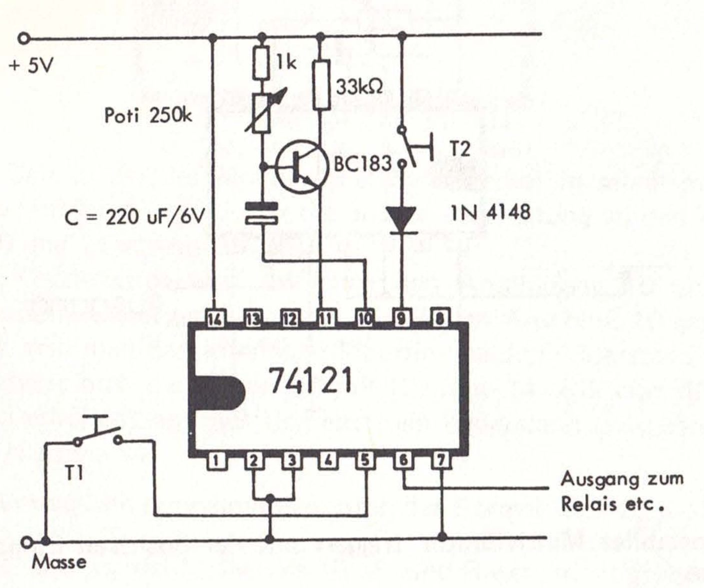


8.4.2 Monostabiler Multivibrator triggert mit der positiven Eingangsflanke

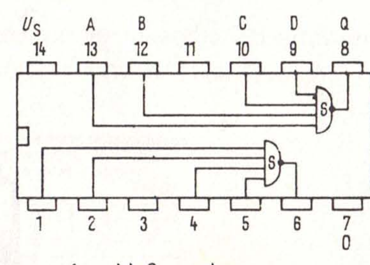


8.4.3 Zeitschalter bis 70 s

Die nachfolgende Schaltung stellt einen Zeitschalter für Zeiten bis zu 70 Sekunden dar. Mit dem Taster 1 wird der Zeitschalter eingeschaltet. Nach der mit dem Potentiometer eingestellten Zeit, kippt der MVB ind die entgegengesetzte Lage. Mit Taster T2 kann der MVB vorzeitig zurückgesetzt werden.



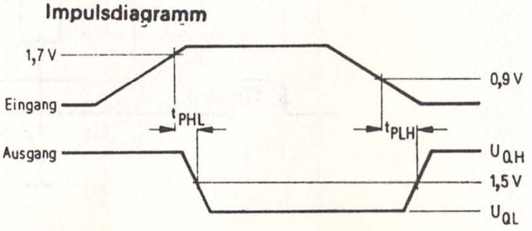
7413
Zwei NAND - Schmitt - Trigger



Anschlußanordnung
Ansicht von oben

Die Eingänge haben verschiedene Schwellspannungen für steigende und fallende Eingangsspannung. Die Hysteres beträt 0,8V.
Interne Temperatukomp.
Sehr hohe Stabilität der Schwellwerte und Hysterese über den gesamten Temperaturbereich.

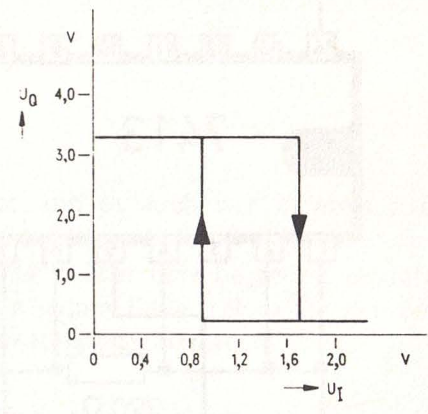
Impulsdiagramm



Die Schaltungen können durch langsame Eingangsflanken und durch Gleichspannung getriggert werden und geben ein sauberes Ausgangssignal ab.

Anwendungen:

TTL Systemanschluß für langsame Eingangsimpulse
Impulsformer
Multivibrator
Frequenzoszillatoren
Schwellwertschalter
Impulsverlängerung

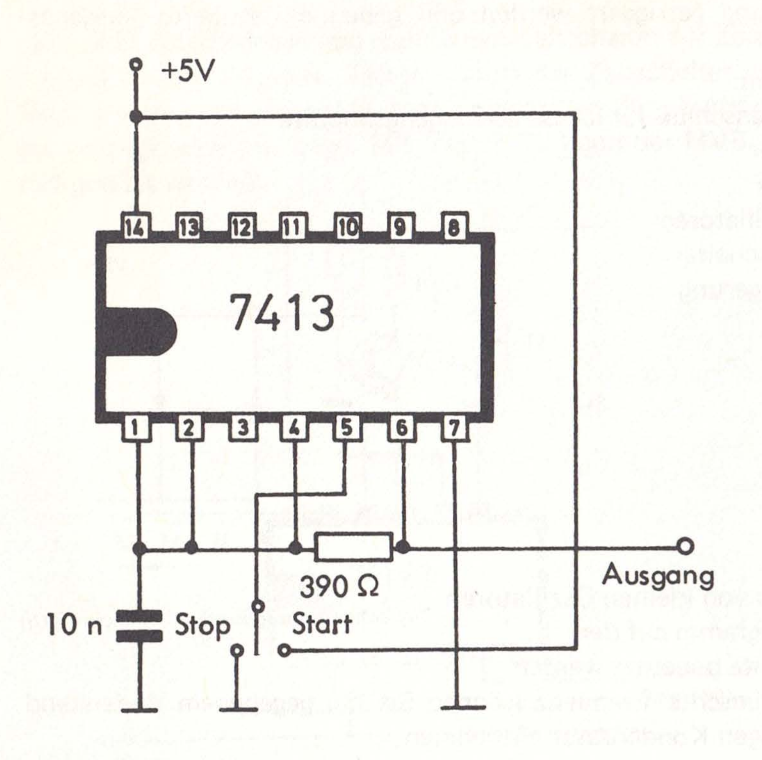


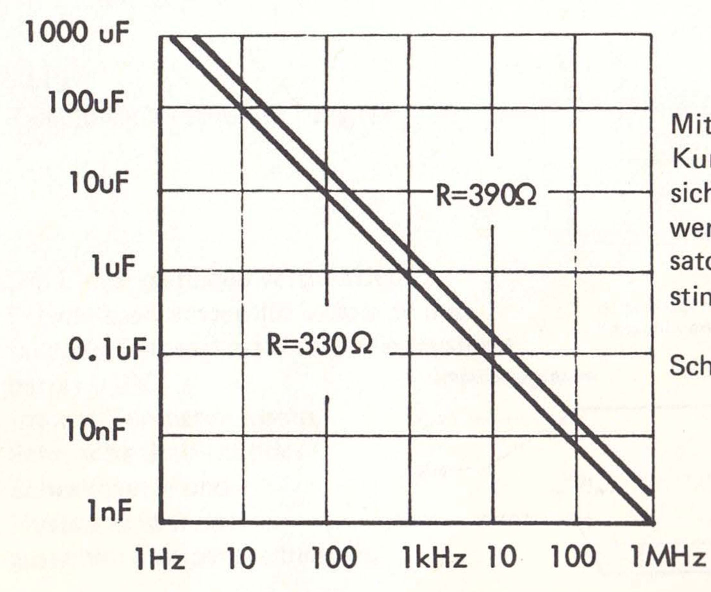
Typische Übertragungskennlinie $U_Q = f(U_I)$

Beim Aufbau von kleinen Oszillatoren kann das Diagramm auf der folgenden Seite beneutzt werden.

Für die gewünschte Frequenz können Sie bei gegebenem Widerstand den zugehörigen Kondensator entnehmen.

Oszillator mit dem TTL - Baustein SN 7413N





Mit nebenstehender Kurve kann man sich die Widerstandswerte und Kondensatorgröße bestimmen.

Schaltung wie oben

Halbleiterspeicher

9. Halbleiterspeicher

9.1 Allgemeines

Das Gebiet Halbleiterspeicher würde, um es auch nur in etwa ausführlich zu beschreiben mehrere Bücher füllen. Wir wollen Ihnen in diesem Abschnitt nur eine kleine Übersicht über eine begrenzte Anzahl wichtiger Speicherbausteine geben. In jedem Falle sollten Sie sich bei gößerem Interesse die Datenbücher der Hersteller besorgen.

Halbleiterspeicher lassen sich grundsätzlich in zwei Hauptgruppen unterteilen:

A Schreib - Lese - Speicher (Random Access-Memories) RAM
B Festwertspeicher (Read only Memories) ROM

Beide Speicherarten wiederum gibt es in den verschiedensten Herstellungsverfahren und Technologien, wobei die MOS Speicher und die Bipolaren Speicher heute am meisten verwendet werden. Bei den MOS-Speichern unterscheidet man heute nach den verschiedenen Technologien und nach statischen und dynamischen Speichern.

9.2 Versuchsschaltung mit einem TTL - Schreib - Lesespeicher

Will man in einem digitalen System Informationen speichern und zu einem spätern Zeitpunkt wieder abrufen, verwendet Random Access Memories (RAMs) = Schreib - Lese - Speicher. In der Praxis könnte so ein Fall auftreten, wenn z.B. bestimmte Informationen innerhalb einer Stunde eingehen, man diese aber dann auf eine Kassette oder Magnet-

band geben will, so muß man die Einzelinformationen in einem Speicher zwischenspeichern. Wenn dann alle Informationen eingegangen sind, wird mit einer wesentlich höheren Frequenz das gesamte Informationspaket innerhalb weniger Sekunden aus dem Speicher heraus auf das Band gebracht.

9.2.1 Schaltungsbeschreibung

Unsere Experimentierschaltung besteht aus einem 64 - Bit Schreib-Lesespeicher (16 Worte a 4 Bit) und einem Zählerbaustein 7493 als Adresszähler. Die Information im Speicher bleibt während des Auslesevorgangs erhalten.

Für den Adresszähler benötigen wir noch einen Taktgenerator oder wieder einen prellfreien Schalter. Das Einschreiben in den Speicher erfolgt dadurch, daß Taster 1 auf "0" geschaltet wird. Nun wird die Information in den Speicher über die Dateneingänge 1-4 eingelesen. Die Information muß zur Zeit des Tastendruckes bereits anstehen. Mit dem Adresszähler ist zuvor die gewünschte Adresse anzuwählen. Es sind 16 Adressen mit je vier Speicherplätzen vorhanden.

Zum Auslesen von Informationen wird zunächst wieder die gewünschte Adresse angewählt. Der Schalter T2 wird in die Stellung Lesen gebracht. An den Ausgängen erscheint die zuvor eingespeicherte Information. Alle Ausgänge sind offene Kollektorausgänge.

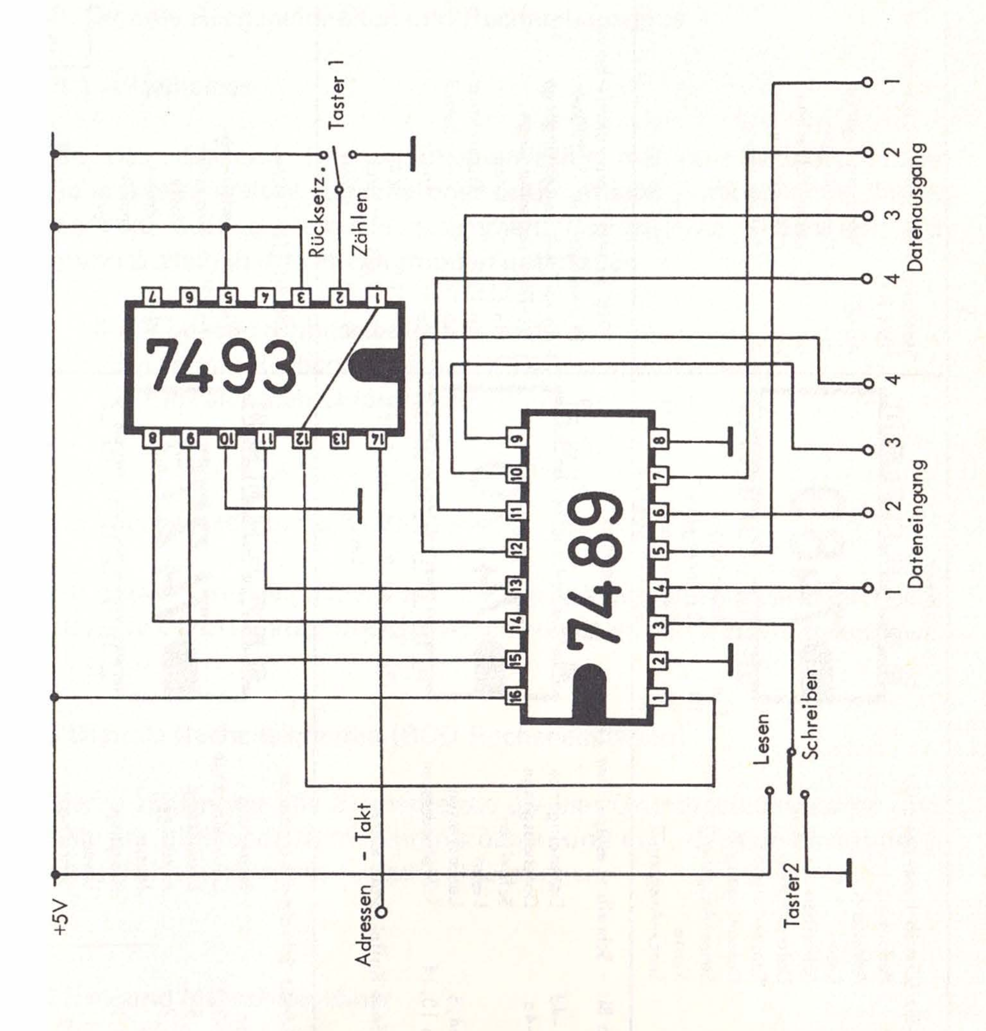
Es bietet sich an die Schaltung wiefolgt zu erweitern:

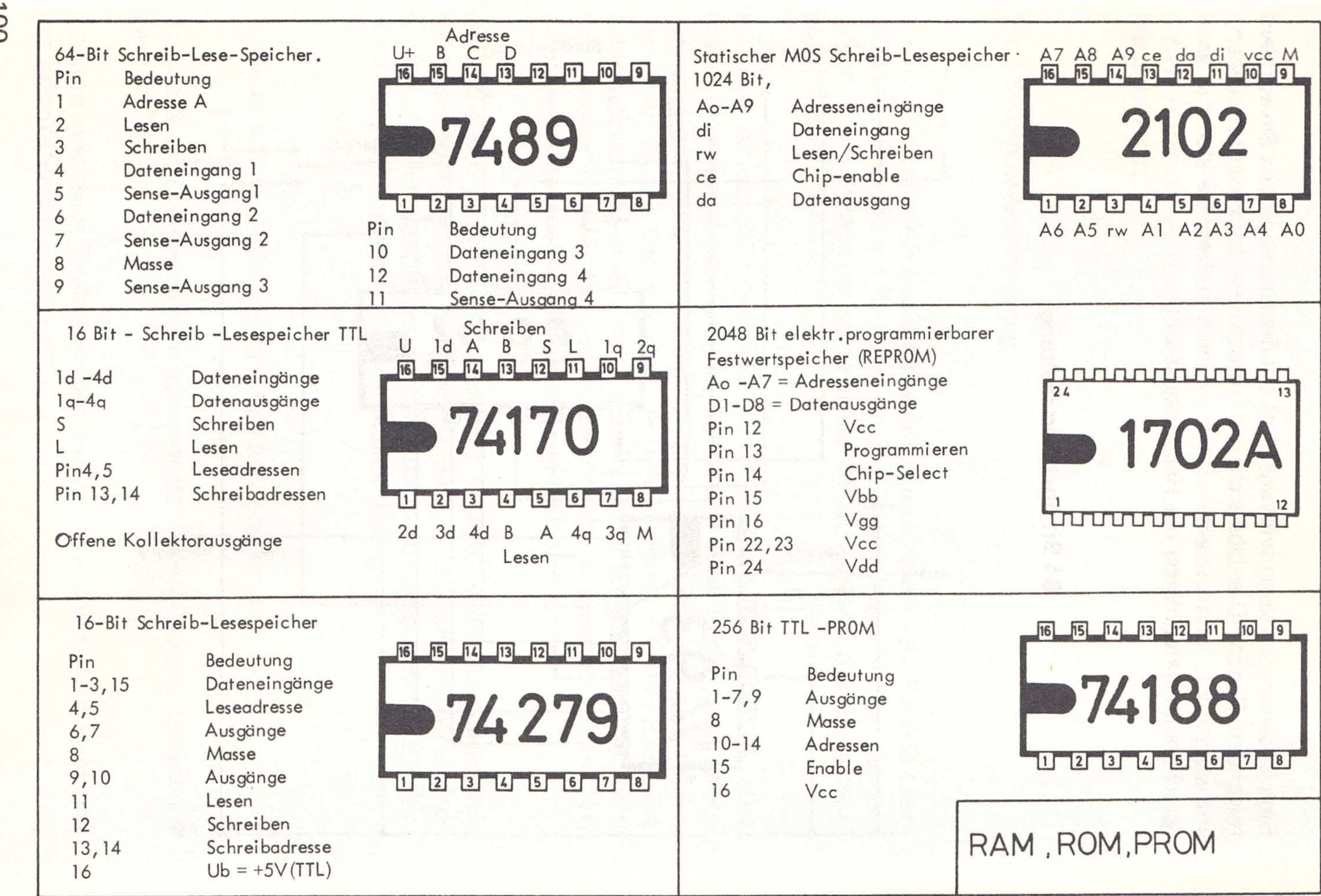
Anschluß eines Adressanzeigeinstrumentes (Zähldekade bestehend aus zwei Stufen)

Leuchtdioden über Treiber an den Ein- und Ausgängen zur Kontrolle der Informationen.

Eine Zusammenstellung wichtiger Speicherbausteine finden Sie auf den folgenden Seiten. Die Übersicht soll Ihnen zur Information dienen, enthält jedoch keine exakten Daten. Hierzu sollten Sie sich die entsprechenden Datenblätter der Hersteller besorgen.

64 Bit Speicherschaltung





64-Bit Schreib-Lese-Speicher.
Pin Bedeutung
1 Adresse A
2 Lesen
3 Schreiben
4 Dateneingang 1
5 Sense-Ausgang1
6 Dateneingang 2
7 Sense-Ausgang 2
8 Masse
9 Sense-Ausgang 3
Adresse
U+ B C D
7489
Pin Bedeutung
10 Dateneingang 3
12 Dateneingang 4
11 Sense-Ausgang 4
Statischer MOS Schreib-Lesespeicher
1024 Bit,
Ao-A9 Adresseneingänge
di Dateneingang
rw Lesen/Schreiben
ce Chip-enable
da Datenausgang
A7 A8 A9 ce da di vcc M
2102
A6 A5 rw A1 A2 A3 A4 A0
16 Bit - Schreib -Lesespeicher TTL
1d -4d Dateneingänge
1q-4q Datenausgänge
S Schreiben
L Lesen
Pin4,5 Leseadressen
Pin 13,14 Schreibadressen
Offene Kollektorausgänge
Schreiben
U 1d A B S L 1q 2q
74170
2d 3d 4d B A 4q 3q M
Lesen
2048 Bit elektr.programmierbarer
Festwertspeicher (REPROM)
Ao -A7 = Adresseneingänge
D1-D8 = Datenausgänge
Pin 12 Vcc
Pin 13 Programmieren
Pin 14 Chip-Select
Pin 15 Vbb
Pin 16 Vgg
Pin 22,23 Vcc
Pin 24 Vdd
1702A
16-Bit Schreib-Lesespeicher
Pin Bedeutung
1-3,15 Dateneingänge
4,5 Leseadresse
6,7 Ausgänge
8 Masse
9,10 Ausgänge
11 Lesen
12 Schreiben
13,14 Schreibadresse
16 Ub = +5V(TTL)
74279
256 Bit TTL -PROM
Pin Bedeutung
1-7,9 Ausgänge
8 Masse
10-14 Adressen
15 Enable
16 Vcc
74188
RAM, ROM, PROM

Rechner IC's

9. Digitale Recheneinheiten und Rechnerbausteine

9.1 Allgemeines

Zu den digitalen Recheneinheiten zählt man alle Monolythischen Schaltkreise welche logische oder arithmetische Funktionen ausführen können, oder auch beide zusammen. Das gesamte Gebiet läßt sich grundsätzlich in drei Hauptgruppen unterteilen:

A Einfache arithmetische Elemente
B Digitale Recheneinheiten (BCD-Recheneinheiten)
C Ein- und Mehrchiprechner

A Einfache Arithmetische Elemente

Zu dieser Gruppe zählen wir die enfachen Addierschaltungen, das Exclusiv-ODER Gatter und die verschiedensten Vergleicherbausteine.

B Digitale Recheneinheiten (BCD Recheneinheiten)

Hierzu zählen wir alle Elemente die die vier Grundrechnungsarten und mehr im Binärcode durchführen können und evtl. darüber hinaus noch zusätzlich verschiedene logische Operationen.

C Ein- und Mehrchiprechner

Diese Rechnerkonzepte werden heute in den meisten Tisch- und Tasch-

enrechnern angewandt. Die Schaltungen enthalten sämtliche Funktionen auf einem Chip. Es werden nur noch externe Treiberschaltungen für die Anzeigeelemente benötigt. sowie eine Beschaltung für den Oszillator.

Im nachfolgenden Abschnitt wollen wir eine 4-Bit Recheneinheit beschreiben und damit dann einen "Minicomputer" aufbauen. Dieses kleine Gerät kann uns beim Studium der binären Arithmetik und der Boolschen Algebra dann später sehr nützlich sein.
Weiterhin geben wir Ihnen dann einen kleinen Einblick in eine Einchip Rechnerschaltung.

Minicomputer mit 74181

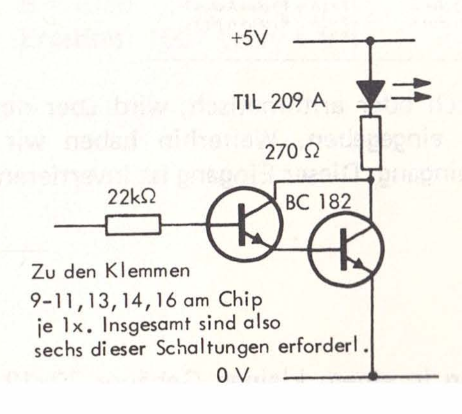
1. Allgemeines

Heute gibt es digitale integrierte Bausteine, welche fast alle möglichen arithmetischen und logischen Operationen ausführen können.
Mit einer solchen Schaltung läßt sich leicht eine Hilfsschaltung aufbauen, mit der man bei Experimenten oder Lehr- und Übungsprogrammen logische Zusammenhänge leicht verständlich darlegen kann.

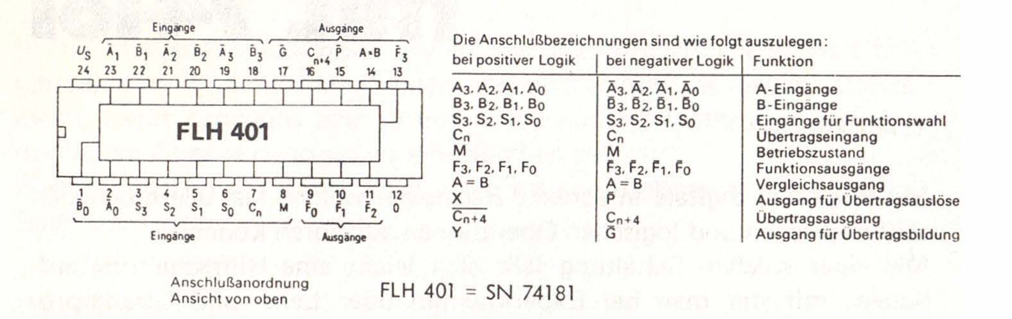
2. Schaltungsbeschreibung

Das Herz unseres "Minicomputers" ist die integrierte TTL - Schaltung SN 74181N. Mit ihr kann unser "Computer" 16 logische und 16 arithmetische Operationen durchführen. Addieren, Subtrahieren, Exclusiv-oder, AND, NAND, OR, NOR u.v.a. mehr.

Der "Computer" wird mit einem 16 - stifigen Vierebenenschalter und einem "Mode-Schalter" programmiert. Die Eingabe der beiden 4-Bit Operanden erfolgt über einfache Umschalter. Die Anzeige des Endergebnisses geschieht durch vier Leuchtdioden. Hierzu verwenden wir die angegebene VLED - Schaltstufe.



Sechs solcher Stufen werden an die markierten Ausgänge (Siehe Pfeile im Schaltbild) angeschlossen. Vier VLEDs zeigen das Ergebnis an, eine Lampe den Übertrag und eine Lampe leuchtet, wenn beide Operanden gleich sind (A = B).



Die Anschlußbezeichnungen sind wie folgt auszulegen:

bei positiver Logik	bei negativer Logik	Funktion
A_3, A_2, A_1, A_0	$\bar{A}_3, \bar{A}_2, \bar{A}_1, \bar{A}_0$	A-Eingänge
B_3, B_2, B_1, B_0	$\bar{B}_3, \bar{B}_2, \bar{B}_1, \bar{B}_0$	B-Eingänge
S_3, S_2, S_1, S_0	S_3, S_2, S_1, S_0	Eingänge für Funktionswahl
C_n	C_n	Übertragseingang
M	M	Betriebszustand
F_3, F_2, F_1, F_0	$\bar{F}_3, \bar{F}_2, \bar{F}_1, \bar{F}_0$	Funktionsausgänge
A = B	A = B	Vergleichsausgang
X	$\bar{P}$	Ausgang für Übertragsauslöse
$\overline{C_{n+4}}$	C_{n+4}	Übertragsausgang
Y	$\bar{G}$	Ausgang für Übertragsbildung

Anschlußanordnung
Ansicht von oben

FLH 401 = SN 74181

Die Schalterstellung entspricht den nachfolgenden Befehlen 1-16

Funktionswahl S_3	S_2	S_1	S_0	Positive Logik: Logische Betriebsart M=H	Arithmetische Betriebsart; M=L: $C_n=0$; $\bar{C}_n=1=H$	Arithmetische Betriebsart; M=L: $C_n=1$; $\bar{C}_n=0=L$
L	L	L	L	$F=\bar{A}$	F=A	F=A plus 1
L	L	L	H	$F=\overline{\bar{A} \vee B}$	$F=A \vee B$	$F=(A \vee B)$ plus 1
L	L	H	L	$F=\bar{A} \wedge B$	$F=A \vee \bar{B}$	$F=(A \vee \bar{B})$ plus 1
L	L	H	H	F=0	F=minus 1	F=Null
L	H	L	L	$F=\overline{A \wedge B}$	$F=A$ plus $(A \wedge \bar{B})$	$F=A$ plus $(A \wedge \bar{B})$ plus 1
L	H	L	H	$F=\bar{B}$	$F=(A \vee B)$ plus $(A \wedge \bar{B})$	$F=(A \vee B)$ plus $(A \wedge \bar{B})$ plus 1
L	H	H	L	$F=(A \wedge \bar{B}) \vee (\bar{A} \wedge B)$	F=A minus B minus 1	F=A minus B
L	H	H	H	$F=A \wedge \bar{B}$	$F=(A \wedge \bar{B})$ minus 1	$F=A \wedge \bar{B}$
H	L	L	L	$F=\bar{A} \vee V$	$F=A$ plus $(A \wedge B)$	$F=A$ plus $(A \wedge B)$ plus 1e
H	L	L	H	$F=\overline{(A \wedge \bar{B}) \vee (\bar{A} \wedge B)}$	F=A plus B	F=A plus B plus 1
H	L	H	L	F=B	$F=(A \vee \bar{B})$ plus $(A \wedge B)$	$F=(A \vee \bar{B})$ plus $(A \wedge B)$ plus 1
H	L	H	H	$F=A \wedge B$	$F=(A \wedge B)$ minus 1	$F=A \wedge B$
H	H	L	L	F=1	F=A plus A*)	F=A plus A plus 1
H	H	L	H	$F=A \vee \bar{B}$	$F=(A \vee B)$ plus A	$F=(A \vee B)$ plus A plus 1
H	H	H	L	$F=A \vee B$	$F=(A \vee \bar{B})$ plus A	$F=(A \vee \bar{B})$ plus A plus 1
H	H	H	H	F=A	F=A minus 1	F=A

Die Mode - Funktion, logisch oder arithmetisch, wird über den Umschalter (Siehe Schaltbild) eingegeben. Weiterhin haben wir einen Schalter für einen Übertragseingang. Dieser Eingang ist invertierend.

3. Schaltungsaufbau

Die gesamte Schaltung kann in einem kleinen Gehäuse 20x12x7 cm

untergebracht werden. Auf einer Lochrasterplatte kann man leicht die sechs VLED - Treiber und den Sockel für die integrierte Schaltung aufbauen. Der Wahlschalter sollte außerhalb verdrahtet werden und zuletzt in das Gehäuse eingebaut werden. Die Anschlüsse die vom Wahlschalter zu dem integrierten Schaltkreis hinführen, müssen entsprechend lang gelassen werden. Sie können vom Wahlschalter direkt an den IC - Sockel geführt werden.

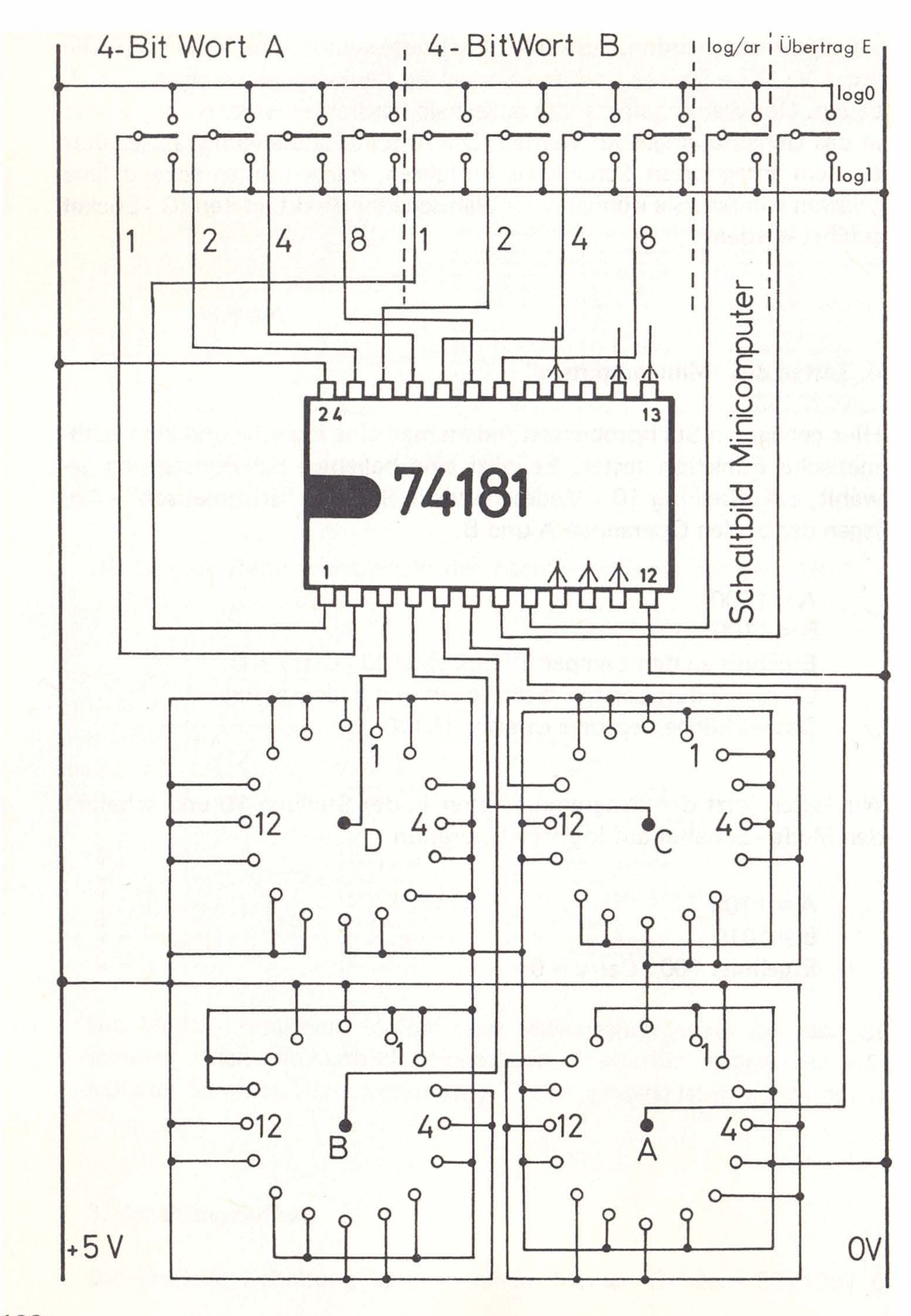
4. Testen des "Minicomputers"

Hier genügt ein Stichprobentest indem man eine logische und eine arithmetische Funktion testet. Es wird eine beliebige Schalterstellung gewählt, z.A. Stellung 10 - Modeschalter in Stellung "arithmetisch" - Anlegen der beiden Operanden A und B.

A = 1000
B = 1100
Ergebnis an den Lampen (VLEDs) 0100 - Carry = 0
Carry = 0 d.h. Lampe ist erloschen und bedeutet log. "1"
Das wirkliche Ergebnis ist also: 10100

Wir lassen jetzt den Programmschalter in der Stellung 10 und schalten den Mode - Schalter auf logische Operation.

A = 1100
B = 1010
Ergebnis: 1001 Carry = 0



4-Bit Wort A
4-BitWort B
log/ar
Übertrag E
log0
log1
1
2
4
8
1
2
4
8
24
13
74181
1
12
Schaltbild Minicomputer
1
12
4
D
12
4
C
1
1
12
B
4
12
A
4
+5 V
0V

Anschluss einer Teletyp mit RS 232 Schnittstelle an KIM-1 .

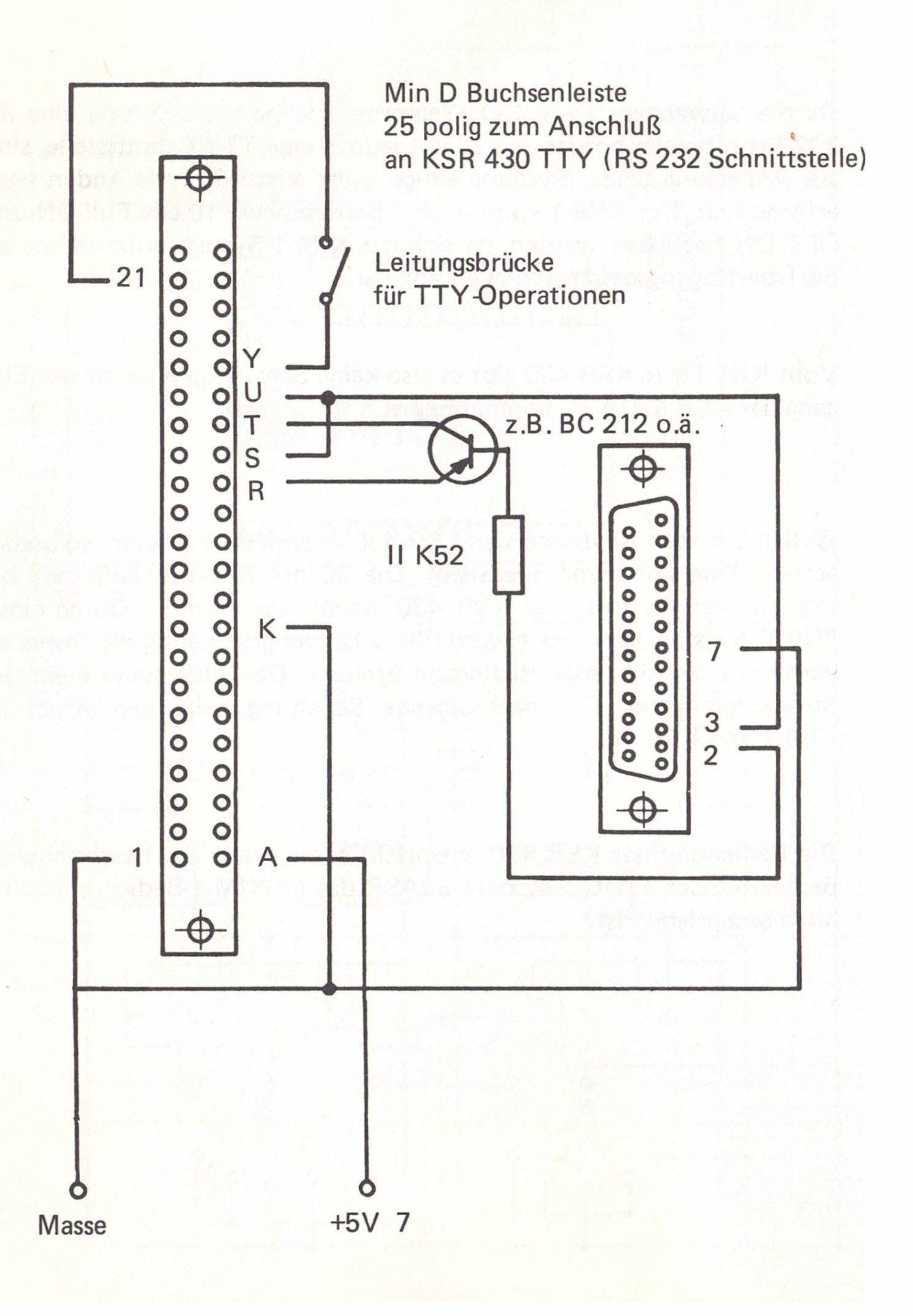
Da die verwendete KSR 430 (Teleprint Eschborn/Frankfurt) eine RS 232 Schnittstelle besitzt, der KIM-1 jedoch eine TTY-Schnittstelle, sind zur Anpassung beider Systeme einige leicht auszuführende Änderungen erforderlich. Der KIM-1 kann in den Betriebsarten 10 DN Full-DN und OFF-DN betrieben werden, da sich das KIM-1 System automatisch an die Übertragungsgeschwindigkeit anpasst.

Vom KIM-1 zur KSR 430 gibt es also keine Schwierigkeiten da der Eingang der KSR 430 TTL-kompatibel ist.

Wollen Sie vom Keyboard der KSR 430 ihren KIM-1 steuern, so bedarf es nur Widerstand und Transistor. Die 20 mA Stromschleife muß bei log. "0" am Ausgang der KSR 430 geschlossen werden. Durch einen PNP-Transistor, verwendet wurde BC 212, der gleichzeitig die Inversion vornimmt, wurde obige Bedingung erreicht. Der Widerstand dient der Strombegrenzung. Die nachfolgende Schaltung zeigt den Anschluß KIM-1 und KSR 430.

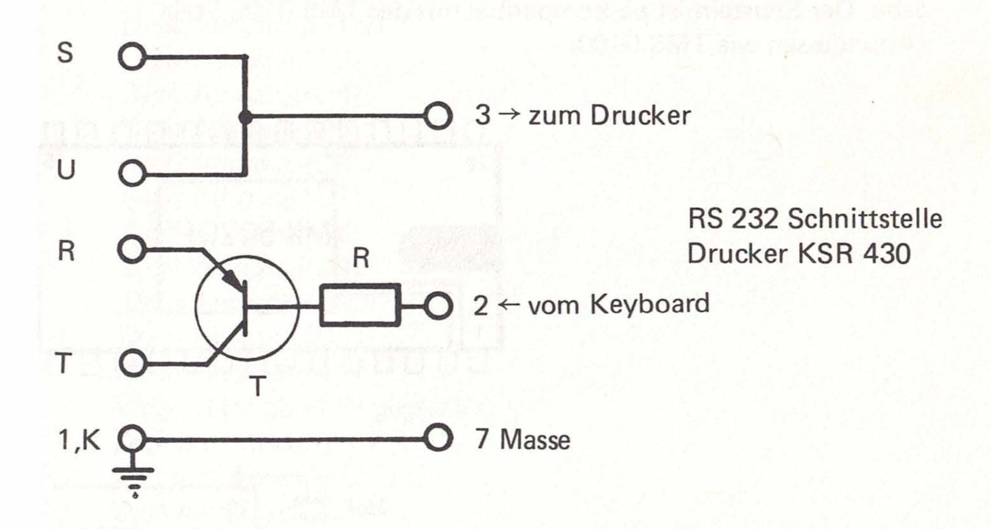
Die Bedienung der KSR 430 entspricht sonst genau der beschriebenen Bedienung des Teletyp Modells 33ASR das im KIM-1-Bedienungshandbuch beschrieben ist.

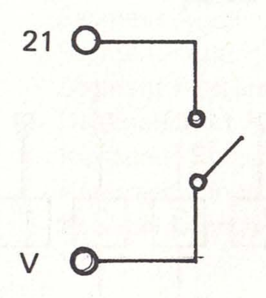
Chinch-Stecker zum Anschluß an Applikationsstecker von KIM-1



Applikationsstecker KIM-1

Steckverbinder 25 polig
z.B. Baureihe Min D nach MIL-C-24 308

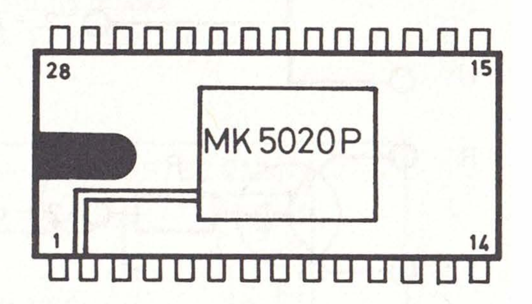


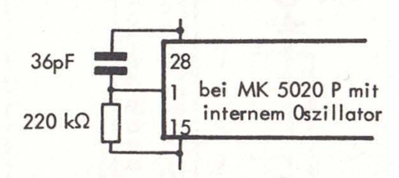


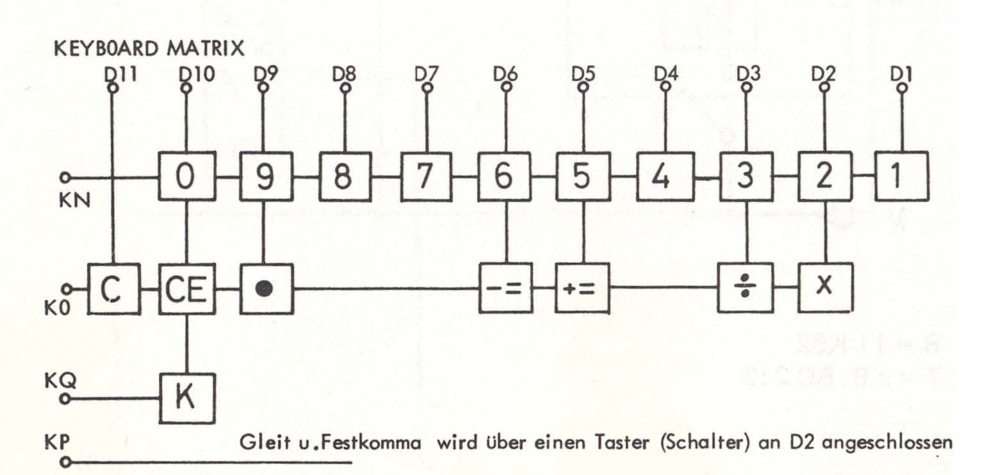
R = 11 K52
T = z.B. BC 212

9.3 Einchiprechnerbaustein MK 5020P

Dieser Rechnerbaustein beherrscht die vier Grundrechnungsarten. Fließ- und Festkomma. Konstante oder Kettenrechnung. Entprellte Tasteneingabe. Der Baustein ist pinkompatibel mit der TMS 0100 Serie (Anschlüssen wie TMS 0100)

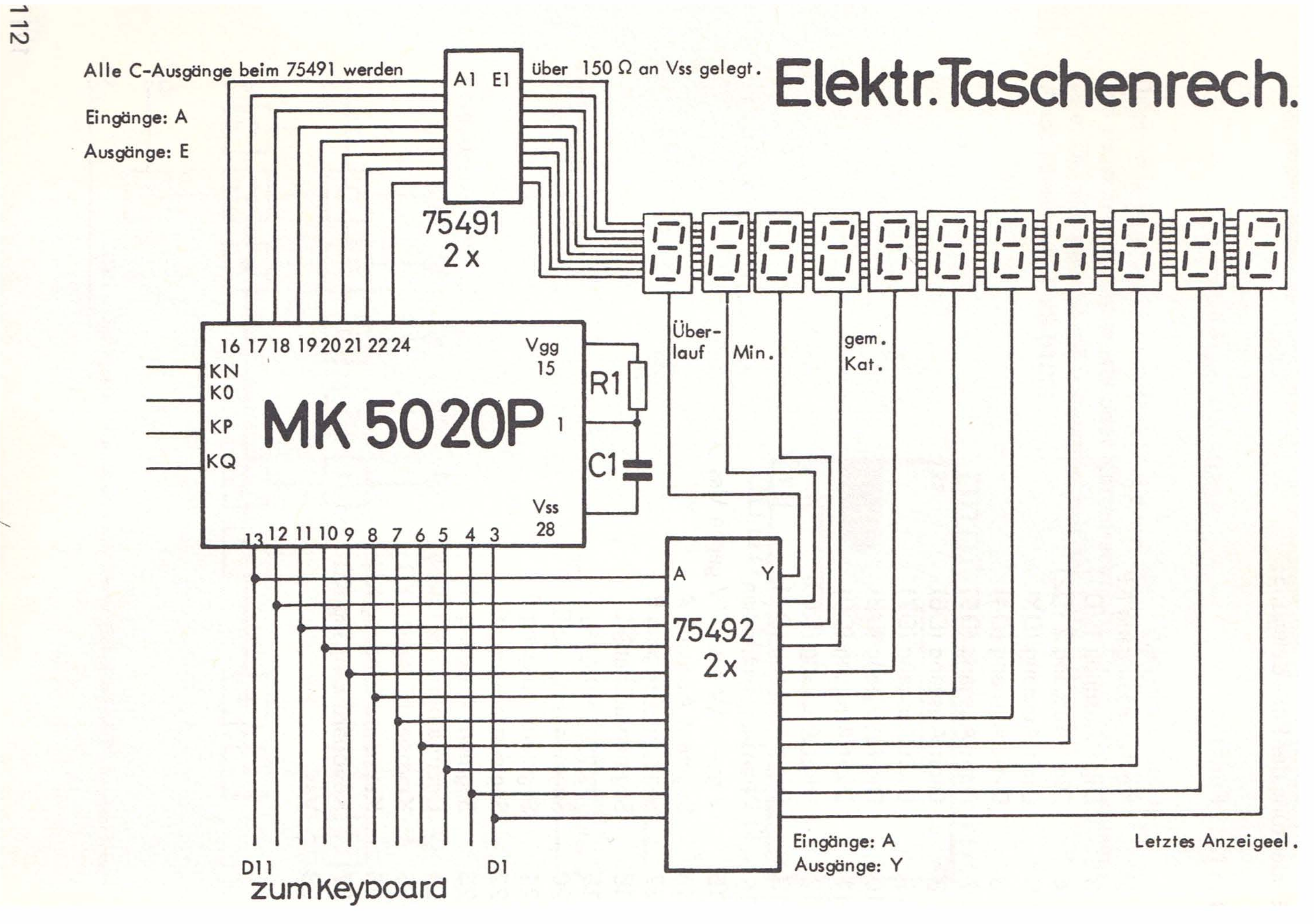






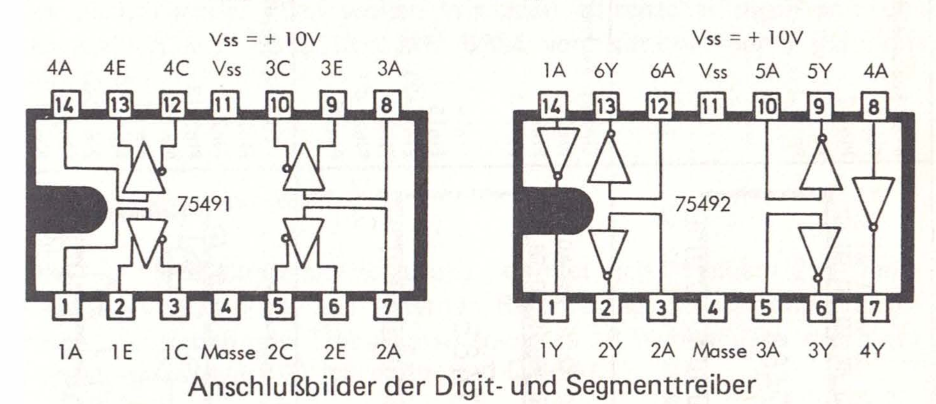
Bedeutung der Pin - Belegung:

Pin Nr.	Funktion
1	Clock - Eingang
2	Keyboardeingang KP
3	Digit Ausgnag 1 (D1)
4	Digit Ausgang 2 (D2)
5	Digit Ausgang (D3)
6	Digit Ausgang (D4)
7	Digit Ausgang (D5)
8	Digit Ausgang (D6)
9	Digit Ausgang (D7)
10	Digit Ausgang (D8)
11	Digit Ausgang (D9)
12	Digit Ausgang (D10)
13	Digit Ausgang (D11)
14	Nicht angeschlossen
15	V gg= -11V bis -17V gegen Vss
16	Segment Ausgang A
17	Segment Ausgang B
18	Segmentausgang C
19	Segment Ausgang D
20	Segmentausgang E
21	Segment Ausgang F
22	Segmentausgang G
23	Segment Ausgang H
24	Dezimalpunkt Ausgang
25	Keyboard Eingang K0
26	Keyboard Eingang KN
27	Keyboard Eingang KQ
28	Vss


Alle C-Ausgänge beim 75491 werden über 150 Ω an Vss gelegt.
Eingänge: A
Ausgänge: E
Elektr. Taschenrech.
A1 E1
75491
2x
16 17 18 19 20 21 22 24
KN
K0
KP
KQ
MK 5020P
Vgg
15
1
Vss
28
R1
C1
13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3
Über-
lauf
Min.
gem.
Kat.
A
Y
75492
2x
D11
D1
zum Keyboard
Eingänge: A
Ausgänge: Y
Letztes Anzeigeel.

9.3.1 Schaltungsbeschreibung: Elektronischer Taschenrechner

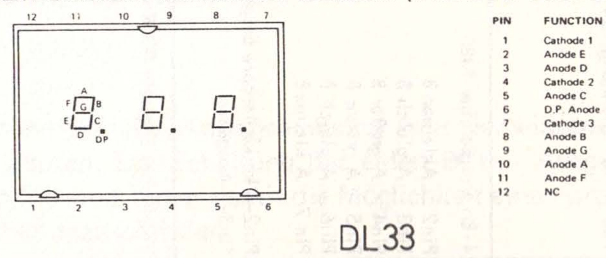
Die Schaltung zeigt das vollständige Schaltbild eines Taschenrechners für die vier Grundrechnungsarten. Die Eingabe und Ausgabe des Rechners erfolgt seriell über die Eingänge D1 bis D11 sowie den Anschlüssen KN, KO, KP und KQ. Das Keyboard wird von 11 nacheinanderfolgenden Impulsen abgetasted.
Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgt über die Anschlüsse 16-22 und 24. Dazu werden alle Segmenteingänge der Ziffernanzeigen parallel geschaltet. Die zugehörigen Katoden werden über die Ein- bzw. Ausgänge D1 - D11 aktiviert.
Als Digit- und Katodentreiber werden die Bausteine 75491 und 75492 verwendet. Sie ermöglichen die Ansteuerung der GAs-P Anzeigeeinheiten von einem rel. hochohmigen MOS - Ausgang her. Es werden für unsere Schaltung je zwei Gehäuse benötigt.



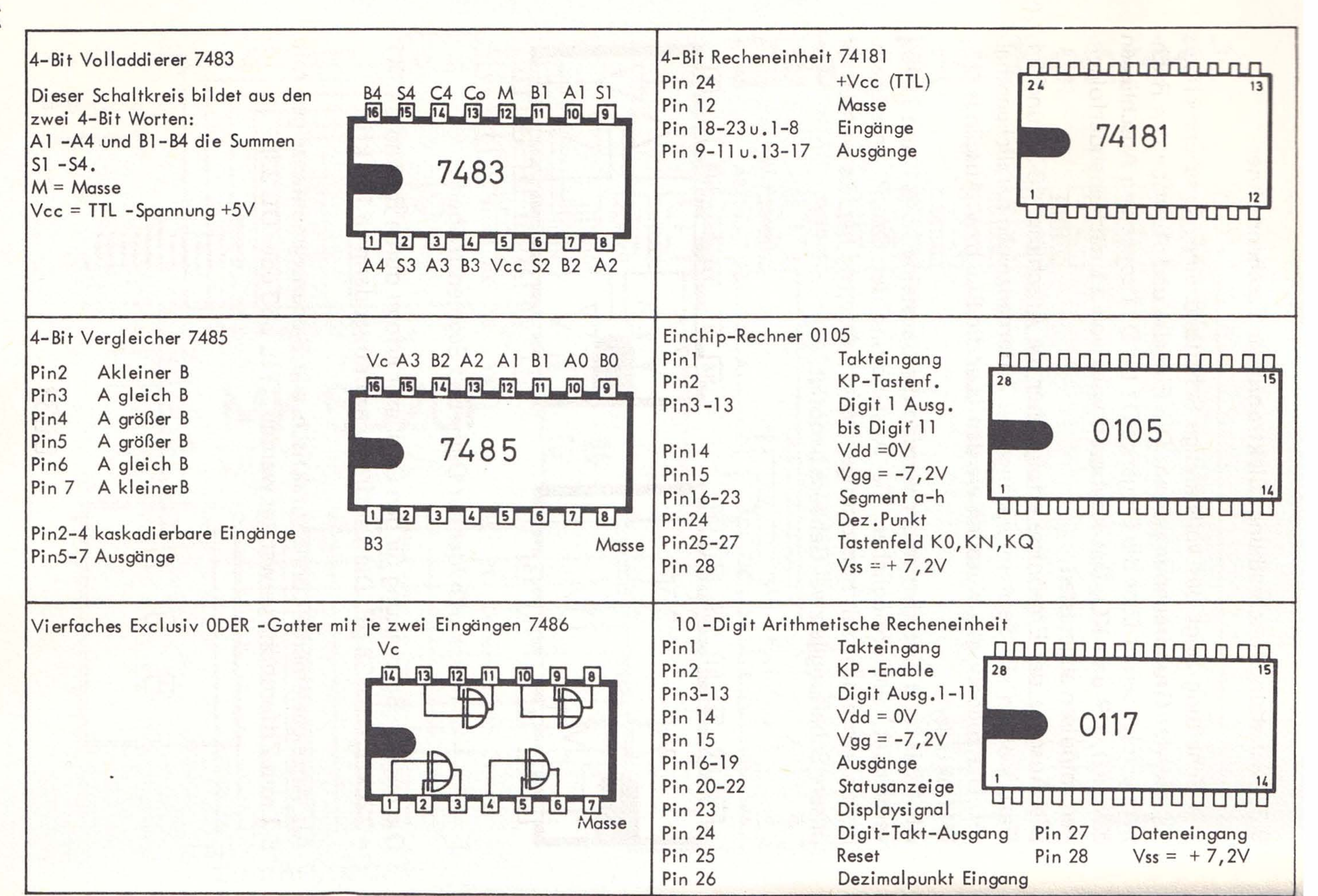
Anschlußbilder der Digit- und Segmenttreiber

Die externe Beschaltung für den Oszillator erfolgt durch R1 und C1. R1 = 220kΩ, C1 = 36 pF. Die Taktfrequenz betragt dann ca 180 kHz.

Als Anzeigeelemente können praktisch alle Siebensegmentanzeigen mit 5-7 mm Ziffernhöhe verwendet werden. (TIL 360 oder DL 33)



DL33



4-Bit Volladdierer 7483

Dieser Schaltkreis bildet aus den zwei 4-Bit Worten:
A1 -A4 und B1-B4 die Summen S1 -S4.
M = Masse
Vcc = TTL -Spannung +5V

4-Bit Recheneinheit 74181

Pin 24	+Vcc (TTL)
Pin 12	Masse
Pin 18-23 u. 1-8	Eingänge
Pin 9-11 u. 13-17	Ausgänge

4-Bit Vergleicher 7485

Pin2	A kleiner B
Pin3	A gleich B
Pin4	A größer B
Pin5	A größer B
Pin6	A gleich B
Pin 7	A kleiner B

Pin2-4 kaskadierbare Eingänge
Pin5-7 Ausgänge

Einchip-Rechner 0105

Pin1	Takteingang
Pin2	KP-Tastenf.
Pin3-13	Digit 1 Ausg. bis Digit 11
Pin14	Vdd =0V
Pin15	Vgg = -7,2V
Pin16-23	Segment a-h
Pin24	Dez.Punkt
Pin25-27	Tastenfeld K0, KN, KQ
Pin 28	Vss = + 7,2V

Vierfaches Exclusiv ODER -Gatter mit je zwei Eingängen 7486

10 -Digit Arithmetische Recheneinheit

Pin1	Takteingang
Pin2	KP -Enable
Pin3-13	Digit Ausg.1-11
Pin 14	Vdd = 0V
Pin 15	Vgg = -7,2V
Pin16-19	Ausgänge
Pin 20-22	Statusanzeige
Pin 23	Displaysignal
Pin 24	Digit-Takt-Ausgang
Pin 25	Reset
Pin 26	Dezimalpunkt Eingang
Pin 27	Dateneingang
Pin 28	Vss = + 7,2V

Uhrenschaltkreise

10. Digitale Uhrenschaltkreise

10.1 Allgemeines

Monolythische MOS - Uhren werden heute meist den "diskret" aufgebauten Digitaluhren vorgezogen. Auf Grund des hohen Integrationsgrades ist nur noch eine geringe äußerliche Beschaltung erforderlich. In nachfolgenden Teil wollen wir zwei Uhrenschaltungen mit den Bausteinen MM 5313 und MM 5314 von National Semiconductors vorstellen.

10.2 Digitaluhr mit MM 5313

Die monolythische Uhrenschaltung befindet sich in einem 28 - Pin - Gehäuse und benötigt zur externen Beschaltung nur vier pnp-Transistoren und sieben npn Transistoren sowie ca 10 Widerstände, drei Kondensatoren und vier Gleichrichter und Dioden.

Mit den Schaltern S1 - S3 wird die Uhr gestellt:

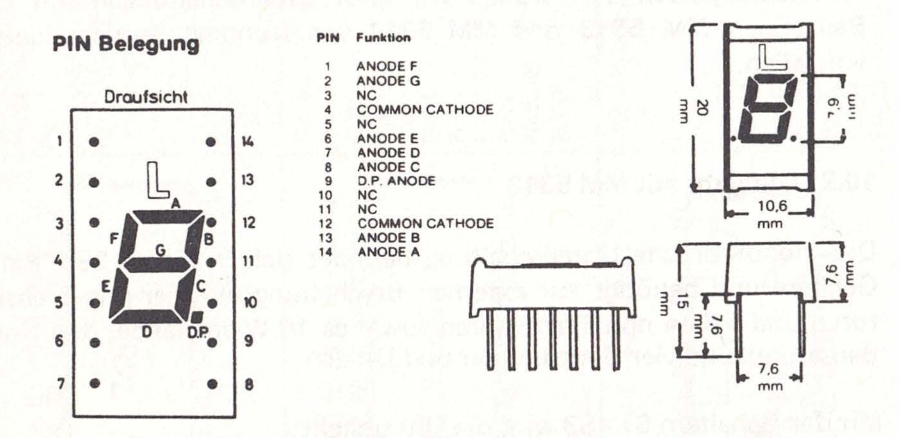
Schalter S1 = Stop
Schalter S2 = Langsamer Vorlauf
Schalter S3 = Schneller Vorlauf

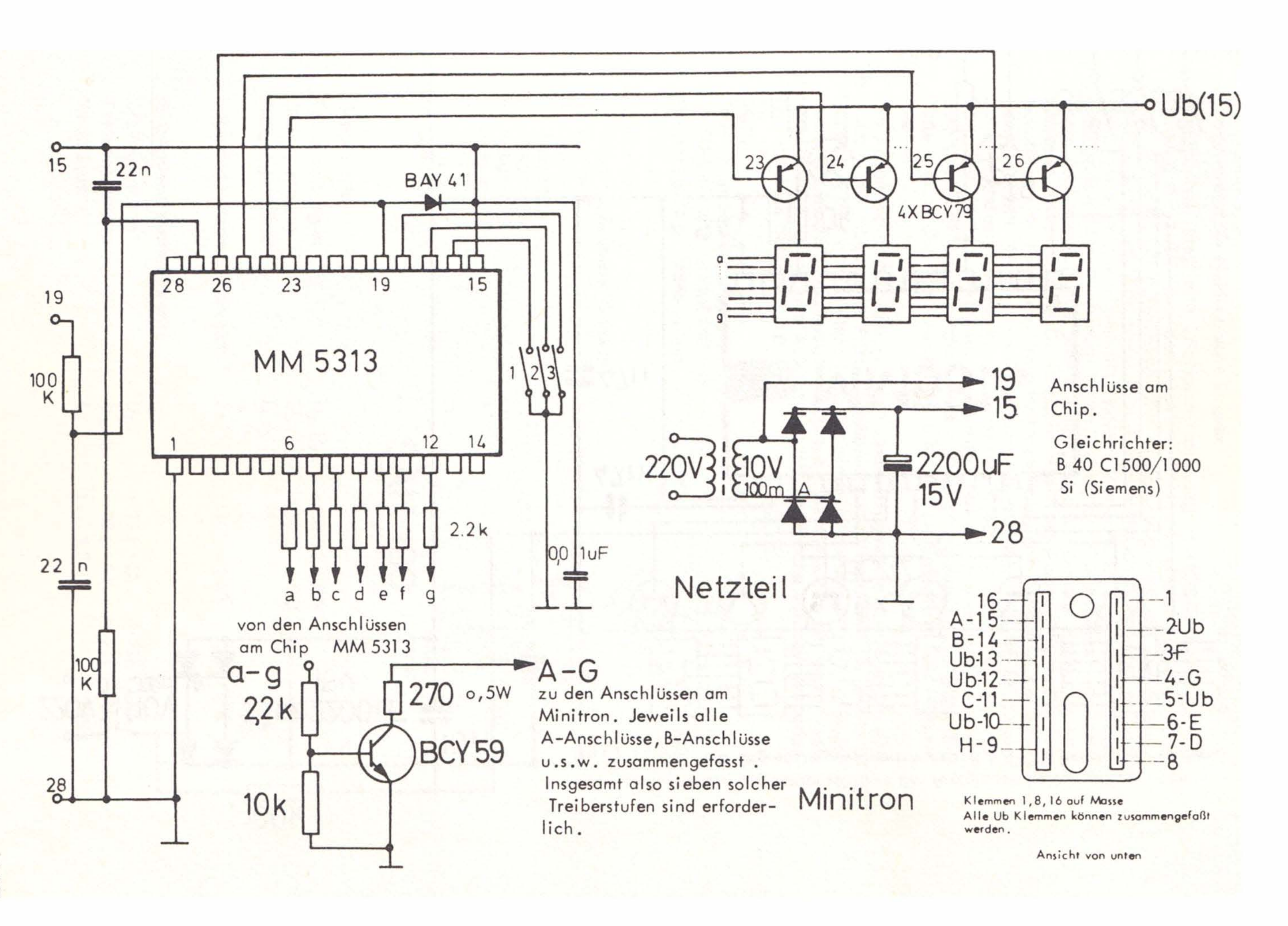
Es können fast alle Anzeigeeinheiten mit gemeinsamer Katode verwendet werden. Die Schaltung hat einen BCD - Ausgang an den Anschlüssen 2-5 und bietet damit die Möglichkeit einen programmierbaren Alarmgeber anzuschließen.

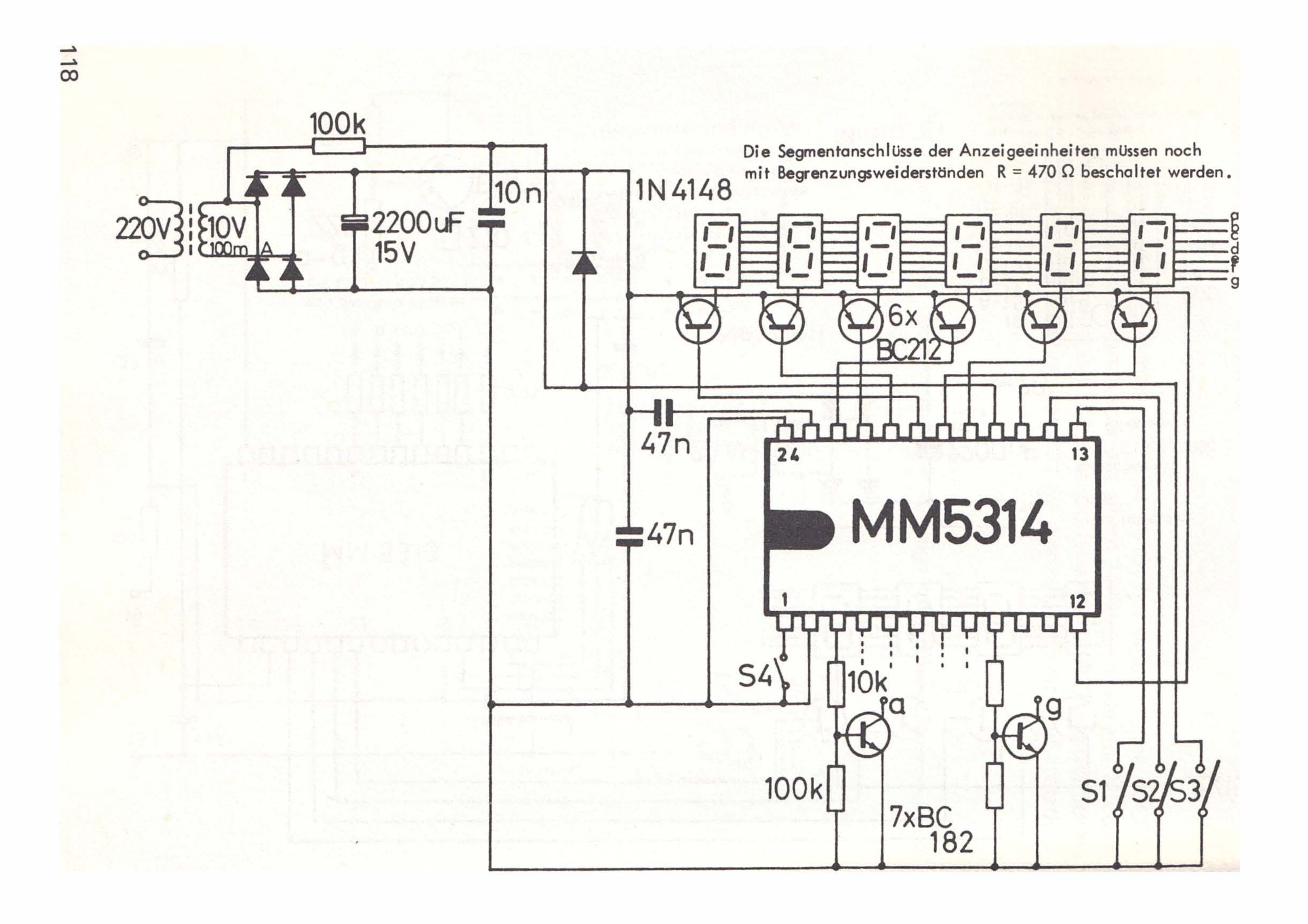
10.3 Digitaluhr mit MM5314

Die Uhr arbeitet im Prinzip wie MM 5313, hat jedoch keinen BCD - Ausgang. Dafür kommt man aber mit einem 24-Pin Gehäuse aus. Mit den Schaltern S1 - S3 wird die Uhr gestellt. (wie oben) Mit Hilfe des Schalters S4 kann die Anzeige unterdürckt werden, die Uhr aber trotzdem weiterlaufen.

Als Anzeige kann fast jede GAs-P Anzeige mit gemeinsamer Katode oder Minitron verwendet werden:




Ub(15)
15
22n
19
100 K
22 n
100 K
28
BAY 41
MM 5313
28 26 23 19 15
1 6 12 14
2.2k
a b c d e f g
1 2 3
0,0 1uF
23 24 25 26
4X BCY79
a
g
von den Anschlüssen
am Chip MM 5313
a-g
2,2k
10k
270 0,5W
BCY 59
A-G
zu den Anschlüssen am Minitron. Jeweils alle A-Anschlüsse, B-Anschlüsse u.s.w. zusammengefasst. Insgesamt also sieben solcher Treiberstufen sind erforderlich.
220V
10V
100m
A
2200uF
15V
19
15
28
Anschlüsse am Chip.
Gleichrichter:
B 40 C1500/1000
Si (Siemens)
Netzteil
16
A-15
B-14
Ub-13
Ub-12
C-11
Ub-10
H-9
1
2Ub
3F
4-G
5-Ub
6-E
7-D
8
Minitron
Klemmen 1,8,16 auf Masse
Alle Ub Klemmen können zusammengefaßt werden.
Ansicht von unten

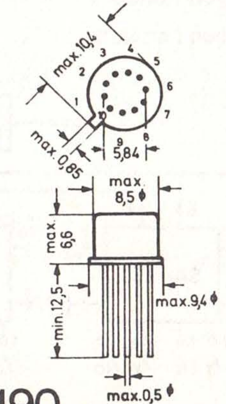

100k
220V
10V
100m A
2200uF
15V
10n
1N4148
Die Segmentanschlüsse der Anzeigeeinheiten müssen noch
mit Begrenzungsweiderständen R = 470 Ω beschaltet werden.
a
b
c
d
e
f
g
6x
BC212
47n
47n
24
13
MM5314
1
12
S4
10k
a
g
100k
7xBC
182
S1
S2
S3

Tongenerator für elektronische Orgeln

Monolithisch integrierte LSI-Sonderschaltung in MOS-Technik. Zur Erzeugung der zwölf Töne der höchsten Oktave in elektronischen Orgeln sind drei SAH 190 erforderlich. Zur Ansteuerung wird ein Zweiphasen-Taktgenerator benötigt, siehe Bild 4, der praktisch der Mutteroszillator der Orgel ist und eine wesentlich höhere Frequenz als die höchste Oktave erzeugt. Ein SAH 190 erzeugt durch Teilung der Taktfrequenz vier Töne, deren Frequenzabstände jeweils einem Intervall von drei Halbtönen entsprechen. Durch äußere Umschaltung des Anschlusses Option I lassen sich diese vier Töne um einen Halbtonschritt oder wahlweise um einen Ganztonschritt absenken, so daß sich mit drei SAH 190 die bisherigen zwölf Mutteroszillatoren ersetzen lassen. Durch Umschaltung des Anschlusses Option II können die Ausgangsfrequenzen des SAH 190 um eine Oktave geändert werden. Es läßt sich also wählen, ob die erzeugten Töne z. B. in der viergestrichenen oder in der fünfgestrichenen Oktave liegen.

Die Ausgänge A ... D des SAH 190 sind vorzugsweise zum direkten Ansteuern des integrierten Frequenzteilers SAJ 110 bestimmt, siehe Bild 3. Zusätzlich darf eine weitere Last mit einem Widerstand > 10 kΩ angeschlossen werden. Das Ausgangssignal hat Rechteckform mit einem Tastverhältnis 0,5. Die größte Abweichung der zwölf Töne von der temperierten Tonskala beträgt ± 0,03 ‰.

Bild 1:
SAH 190 im Metallgehäuse TO-96
≈ TO-5 mit 10 Anschlußdrähten
Gewicht ca. 1 g   Maße in mm



Anschlüsse

1 Masse, 0, Substrat, Gehäuse
2 Option II
3 U_{DD}
4 Ausgang A
5 Ausgang B
6 Ausgang C
7 Ausgang D
8 Takt t2
9 Takt t1
10 Option I

Grenzwerte

Taktspannungen	U_8, U_9	−30 ... +0,3	V
Drainspannung	U_3	−30 ... +0,3	V
Ausgangsströme	I_4, I_5	−5	mA
	I_6, I_7	−5	mA
Lagerungstemperaturbereich	T_S	−20 ... +80	°C

Empfohlene Betriebswerte

Drainspannung	U_3	−17 (−15 ... −19)	V
Taktspannungen	U_8, U_9	−20 (−18 ... −22)	V
Taktfrequenz	f_t	1 ... 1,5	MHz

Kennwerte

Ausgangswiderstand	r_a	< 500	Ω
Drainstrom	I_D	-5	mA

Teilerverhältnis, einstellbar mit Hilfe des Anschlusses Option II:

Option II an Null	$\frac{f_t}{f_1}$	176
Option II offen	$\frac{f_t}{f_1}$	352

Erzeugung der zwölf Halbtöne durch unterschiedliche Spannungen am Anschluß Option I:

Die Frequenzen $f_1 \ldots f_{12}$ sind die zwölf Halbtöne der Oktave, wobei f_1 der höchste und f_{12} der tiefste Ton ist. A . . . D sind die vier Ausgänge.

	A	B	C	D
Option I an t1	f_1	f_4	f_7	f_{10}
Option I offen	f_2	f_5	f_8	f_{11}
Option I an Null	f_3	f_6	f_9	f_{12}

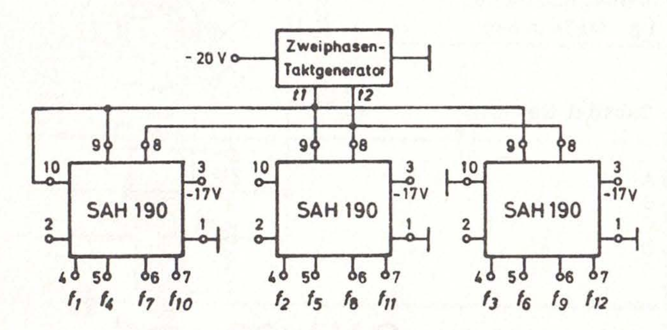


Bild 2: Blockschaltbild eines Zwölftongenerators mit drei SAH 190

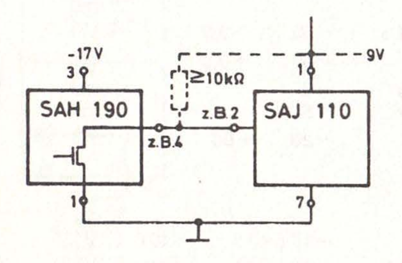


Bild 3: Zusammenschaltung von SAH 190 und SAJ 110

Siebenstufiger Frequenzteiler

Monolithisch integrierter siebenstufiger Frequenzteiler in Flipflop-Technik mit einzeln herausgeführten Ein- und Ausgängen, vorzugsweise für den Einsatz in elektronischen Orgeln.

Die Änderung des Schaltzustandes einer Flipflop-Stufe erfolgt mit der positiven Flanke der Eingangsspannung. Die einzelnen Flipflops können ohne zusätzliche Bauelemente zu einer Teilerkette zusammengeschaltet werden. Einige Stufen sind bereits intern gemäß Bild 2 miteinander verbunden.

Die Ausgangsspannung jeder Stufe wird über einen Emitterfolger ausgekoppelt, um zu gewährleisten, daß ihre Amplitude weitgehend lastunabhängig ist. Da kein interner Emitterwiderstand vorhanden ist, kann dabei Ausgangsstrom nur in einer Richtung fließen.

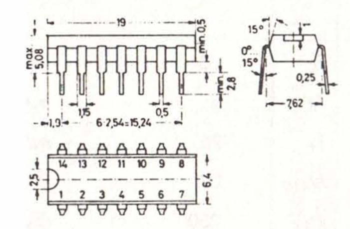
Bei der Verwendung in elektronischen Orgeln kann der Frequenzteiler SAJ 110 mit Sinus- oder Rechteckspannung angesteuert werden. Die Rechteck-Ausgangsspannung läßt sich mit *RC*-Filtern zur Änderung des Frequenzspektrums verformen.

Es kann eine Rückstellung aller Ausgänge erreicht werden, wenn man kurzzeitig alle Ein- und Ausgänge E bzw. A auf ein Potential $< 1{,}5$ V bringt.

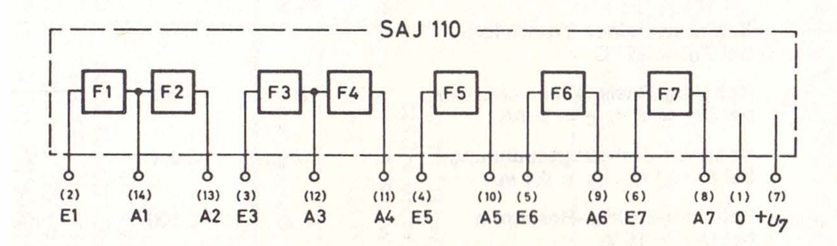
Alle Spannungsangaben sind bezogen auf Anschluß 1.

Grenzwerte

Versorgungsspannung	U_7	11	V
Eingangsspannung	siehe Bild 6		
Ausgangsstrom je Stufe	I_A	5 [1])	mA
Fremdspannung am Ausgang	U_{Fremd}	±5	V



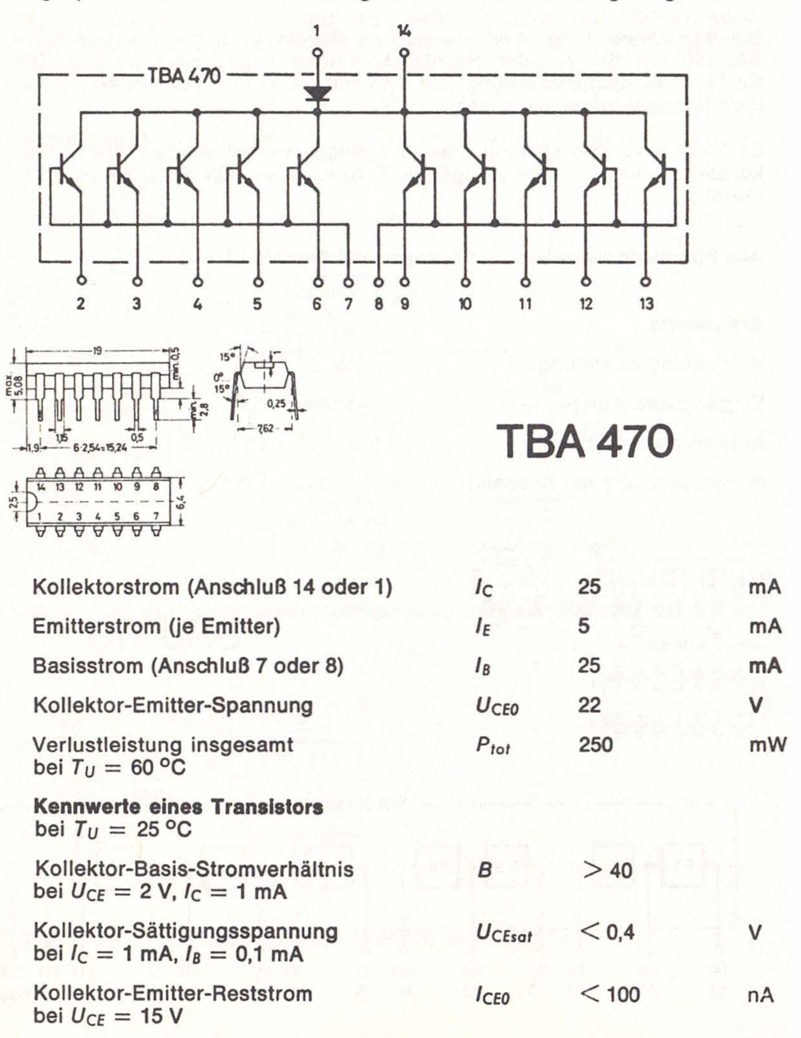
SAJ 110



Orgelgatter

Monolithisch integrierte Schaltung in Bipolartechnik, vorzugsweise geeignet zum Einsatz in elektronischen Orgeln. Sie enthält 10 Transistoren, die jeweils einen mechanischen Tastenkontakt ersetzen. Dadurch wird es möglich, die Anzahl der mechanischen Kontakte (bei herkömmlichen Orgeln bis zu 10 Kontakte pro Taste) auf einen einzigen Kontakt pro Taste zu reduzieren.

In jeden der 10 Emitter kann ein Tonsignal als Strom eingespeist werden. Die Summe dieser Tonsignale steht dann am gemeinsamen Kollektor (Anschluß 14) zur Verfügung. Werden die Tonsignale den Basisanschlüssen zugeführt, so wird die Summe der Tonsignale über eine integrierte Diode am Anschluß 1 abgenommen. Diese Diode unterdrückt in Verbindung mit einem externen Kondensator unerwünschte Spannungsspitzen, die über gesperrte Transistoren an den gemeinsamen Kollektor gelangen können.

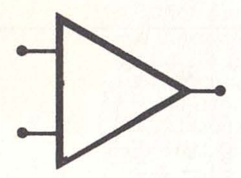


TBA 470

Kollektorstrom (Anschluß 14 oder 1)	I_C	25	mA
Emitterstrom (je Emitter)	I_E	5	mA
Basisstrom (Anschluß 7 oder 8)	I_B	25	mA
Kollektor-Emitter-Spannung	U_{CE0}	22	V
Verlustleistung insgesamt bei $T_U = 60\ °C$	P_{tot}	250	mW
Kennwerte eines Transistors bei $T_U = 25\ °C$			
Kollektor-Basis-Stromverhältnis bei $U_{CE} = 2$ V, $I_C = 1$ mA	B	> 40	
Kollektor-Sättigungsspannung bei $I_C = 1$ mA, $I_B = 0{,}1$ mA	U_{CEsat}	$< 0{,}4$	V
Kollektor-Emitter-Reststrom bei $U_{CE} = 15$ V	I_{CE0}	< 100	nA

1.OPERATIONSVERST. für univers. Anwendg.	OPERATIONSVERST. mit interner Freq.Komp	DOPPEL -OP - AMPS	PRÄZ.OP -AMPS	BREITBAND OP -AMPS	FET - OP - AMPS
uA 709, LM 709, C TAA 521, TAA 241, TAA 761, TAA 861, MC 1709, SN 72709 TAA 522	uA 741, TBA 222, TBA 221, L 141, LM 741, SN 72741, CA 3741	uA 749, uA 747, CA 3048, CA 3052, L 147,	uA 725, uA 777, uA 715	uA 748, LM 101, uA 702, TAA 242, CA 3020, L 148 T, LM 748, CA 3748	LH 0062C LH 0032C NSC LH 0042C ICH 8500 Intersil ICH 8500 A Intersil
KOMPARATOREN	ANALOGE RECHEN - EINHEITEN	NF - VERSTÄRKER	NF - VERSTÄRKER	RUNDFUNK UND FS ICs	ARRAYS (Trans., Diod. Widerst., Kondensat.)
LM 711, SN 72711, LM 306, LM 311, LM 710, NE 522, LM 111, uA 710	CA 3091 8013 Intersil	TAA 300, TBA 800, TAA 263, TCA 160, TAA 611, TBA 641, MC1303P =uA 739 = SN 76131, SN76001, SN 76005, TBA 870, TBA 880, TAA 621, TAA 480, TAA 435,	TAA 370, TAA320, TAA 310, CA 3052, SL630C, SL 402D, uA 706, TCA 940, TCA 160, TAA 900 SN 76013, SN76023	TBA 120 = SN76660, TBA 651, TBA 631, TAA450, MC 1310P, CA 3052, TBA 480, TBA 690, TAA 350, SN 76640, SN 76514, SN 76603,	CA 3046, CA 3080 uA 3043, uA 3045 (Tr.) CA 3019 (Dioden) Serie 898 v. Beckm.In. (Widerstände) Type 939, 934, 936 C v. Sprague (Kondens.)
SCHWELLWERTSCH.	ZEITVERZÖGERUNGS ICs u. IMPULSGEN.	KFZ - ICs	INTEGR. SENDER u. EMPFÄNGER	SPANNUNGSREGLER integriert	SPANNUNGSREGLER dreibeinig
TAA 560, TAA 580	555 (Signetics) XR 2307 XR 2556	SAK 110 TAA 775 G uA 7350 System. SW 780 (Neumüller) SAJ 150 (TFK) SN 76810 (TI)	LP 2000 (Spezial El.) TCA 440 uA 720 SL 610, SL6141, SL612, SL 621, SL 630	uA 723, LM 300, LM 100, TBA 281, CA 3055, LM 104, LM 304, MIC 723, L 123,	TBA 325A, B, C TBA 625A, B, C uA 7805, 6 LM 109

Operations-verstärker



Operationsverstärker in der Praxis

1. Allgemeines

Operationsverstärker sind heute zu einem wichtigen Bauelement in der Analogtechnik geworden. Es gibt kaum noch Bereiche, in denen heute noch keine dieser integrierten Verstärker eingesetzt werden. Die auf dem Markt verfügbaren Typenfamileien sind wesentlich verbessert worden, so daß dem Schaltungsentwickler und Amateur die Möglichkeit gegeben ist, mit wenig Aufwand eine komplexe Schaltung aufzubauen. Die neueren modernen Operationsversärker haben folgende wichtige Vorteile:

1. Interne Frequenzkompensation. (Externe Bauelemente sind auf ein Minimum reduziert.)
2. Ausgangsseitig kurzschlußfest.
3. Einfache Kompensation der Eingangsfehlspannung.
4. Kleiner Eingangsfehlstrom
5. Großer Betriebsspannungsbereich
6. Geringer Eigenstormbedarf
7. Programmierbare Eigenschaften. (Eingangsspannung, Rauschwerte, Eingangsströme und Leistungsaufnahme.

2. Bekannte Standardtypen und deren Anwendung

Wir wollen uns hier nur auf einige wichtige überall im Handel erhältliche Operationsverstärker beschränken und deren Daten besprechen. Berechnungsanleitungen und Schaltbeispiele sollen Ihnen einen Überblick über die verschiedenen Anwendungsgebiete geben.

A Mess- und Regelungstechnik
B Verstärkertechnik
C Haushaltelektronik
D Zeitgeberschaltungen
E Autoelektronik
F Spannungsreglerschaltungen
G Analoge Rechentechnik

Typenzusammenstellung:

uA 741 C, MC 1741, SN 72741, LM 741, TBA 221
uA 776 (Fairchild)
TAA 861 (Siemens und Sescosem)
uA 709, TAA 522, SN 72709

Mit diesen vier Typen können Sie die in der Praxis am meisten vorkommenden Probleme lösen.

741

Operationsverstärker für universelle Anwendung

+U, NC, Offset Null, -U, Offset Null

von unten gesehen

Anschlüsse beim Dual in line:

3,9 = Offset Null

6 = -U

11 = +U

interne Frequenzkomp.

Wichtige Daten:

U = ± 18V

Eingangsfehlspg. 2 mV

P_{tot} = 500 mW

kurzschlußfest,

776

Vielseitiger Operationsverstärker für universelle Anwendung.

+U, I set, Offset N., -U, Offset N.

Offs, Inv. E, nichtinv., -U, I set, + U, Ausgang, Offset Null

Wichtige Daten:

U = ± 1,2V bis ± 18 V

Spannungsverst. ca 400 10^3

Eingangsfehlspannung 2mV

P_{tot} = 500 mW

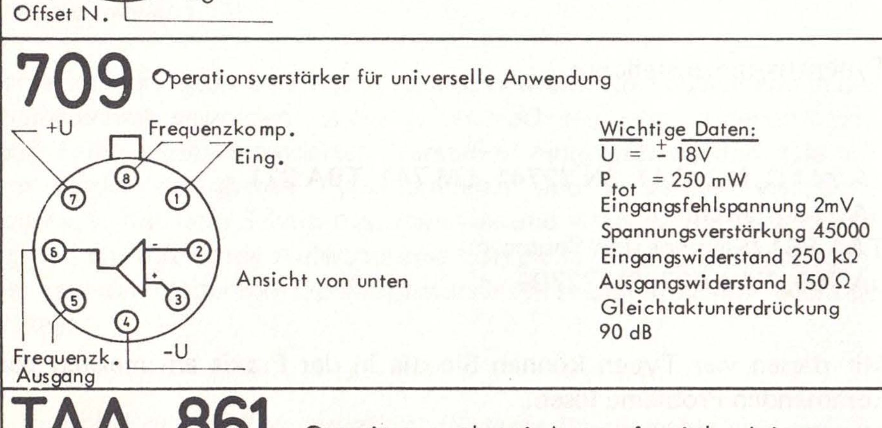
Frequenzkompensiert

Kurzschlußfest, programmierba

sehr geringes Rauschen.

709

Operationsverstärker für universelle Anwendung



Wichtige Daten:

U = ± 18V

P_{tot} = 250 mW

Eingangsfehlspannung 2mV

Spannungsverstärkung 45000

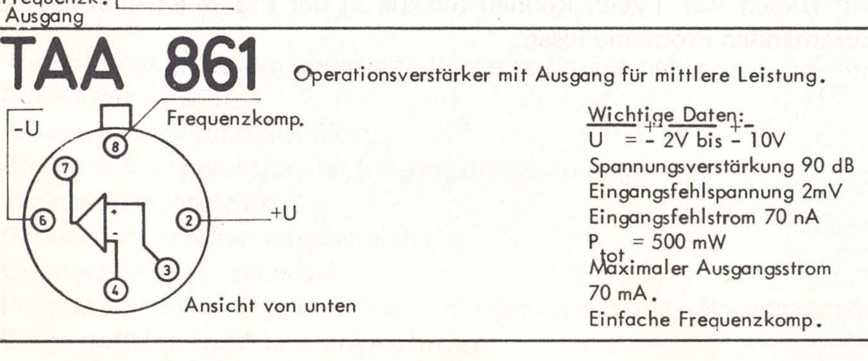
Eingangswiderstand 250 kΩ

Ausgangswiderstand 150 Ω

Gleichtaktunterdrückung 90 dB

TAA 861

Operationsverstärker mit Ausgang für mittlere Leistung.



Wichtige Daten:

U = ± 2V bis ± 10V

Spannungsverstärkung 90 dB

Eingangsfehlspannung 2mV

Eingangsfehlstrom 70 nA

P_{tot} = 500 mW

Maximaler Ausgangsstrom 70 mA.

Einfache Frequenzkomp.

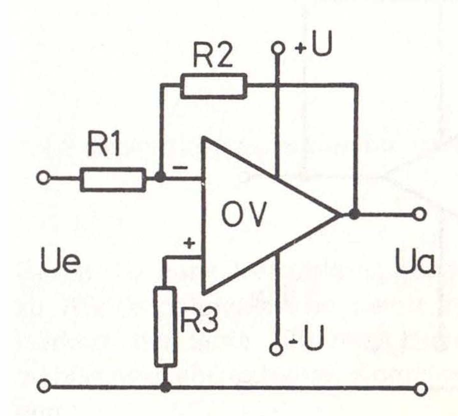
2.2 Nullabgleich und Frequenzkompensation

Bei den Operationsverstärkern der Typenreihe 709 erfolgt der Nullabgleich (Kompensation der Eingangsnullspannung) direkt an den Differenzeingängen mit einem Potentiometer. Die beiden Enden des Potis liegen dabei an der Betriebsspannung. Dadurch wird der Eingangswiderstand herabgesetzt. Bei den Operationsverstärkern 741 und 776 kann mit einem Poti an den Klemmen (1) und (5) der Nullabgleich vorgenommen werden. Es erfolgt keine Veränderung des Eingangswiderstandes.

Warum führt man eienen Nullabgleich durch? Legen wir an einen Operationsverstärker die Betriebsspannung an, beide Eingänge bleiben unbeschaltet, so entsteht am Ausgang eine Fehlspannung von

$$U_F \cdot v$$

wobei U_F die Fehlspannung auf den Eingang bezogen und v die Spannungsverstärkung ist. Beim 741 wären das lt. Datenblatt 2mV am Eingang und bei einer eingestellten Verstärkung von 1000 etwa 2V am Ausgang.



$$v = \frac{R2}{R1}$$

Invertierender Verstärker für niedrige Eingangswiderstände.

Das Einstellen der Verstärkung v

Die Verstärkung des Operationsverstärkers kann mit den Widerständen R1 und R2 auf den gewünschten Wert eingestellt werden. Hier einige wichtige Werte für den invertierenden Verstärker mit dem 741.

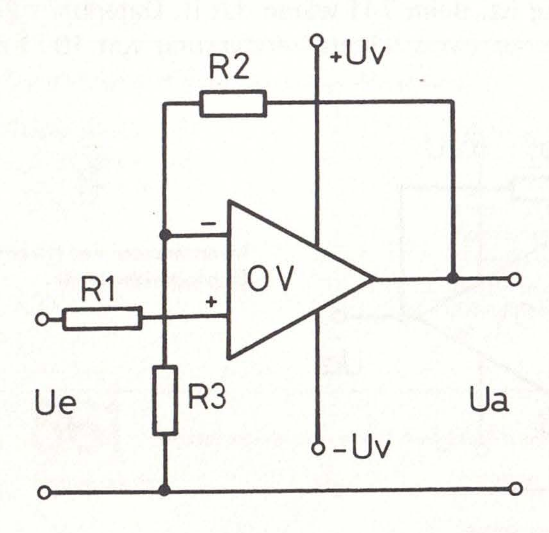
Verstärkung	Bandbreite	Eingangswiderst.	R1	R2
10	100 kHz	1 k Ω	10k	1k
100	10 kHz	1kΩ	100k	1k
1000	1 kHz	100 Ω	100k	100 Ω

Der Eingangswiderstand Re des beschalteten Operationsverstärkers ist ungefähr gleich R1.

Der Widerstnad R3 sollte wiefolgt festgelegt werden:

$$R3 = \frac{R1 \,.\, R2}{R1 + R2}$$

2.3 Der nichtinvertierende Verstärker



Der nichtinvertierende Verstärker eignet sich am besten zum Einsatz in Verstärkerschaltungen mit hohem Eingangswiderstand.

Berechnung der benötigten Widerstände:

$$\text{Verstärkung } v = 1 + \frac{R2}{R3}$$

Re = Eingangswiderstand des beschalteten Operationsversärkers

$$Re = \frac{vo \,.\, R\,i}{1 + \frac{R2}{R3}}$$

Ri = Eingangswiderstand lt. Datenblatt für 741 z.B. 2 MΩ

$$R1 = \frac{R2 \,.\, R3}{R2 + R3}$$

Zusammenstellung einiger wichtiger Werte für den Operationsverstärker 741

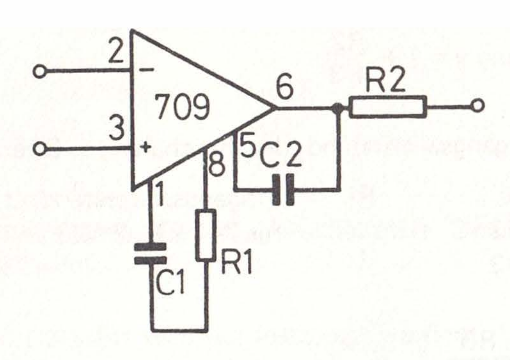
Verstärkung	Bandbreite	Eingangswiderst.	R2	R3
1 (Impedanz-	1 MHz	400 MΩ	0	offen
10 Wandler)	100 kHz	400 MΩ	10k	1k
100	10 kHz	280 MΩ	10 k	100Ω
1000	1 kHz	80 mΩ	100k	100Ω

2.4 Frequenzkompensation beim Operationsverstärker 709

Durch die hohe Verstärkung beim Operationsverstärker kann es leicht zu Rückkopplungen und damit zu Schwingungen kommen. Bei Verstärkern der Serie 709 muß deshalb zum Erreichen stabiler Arbeitsverhältnisse ein externes Kompensationsnetzwerk angeschlossen werden.

Kompensation der Eingangsstufe C1, R1
Kompensation der Ausgangsstufe C2

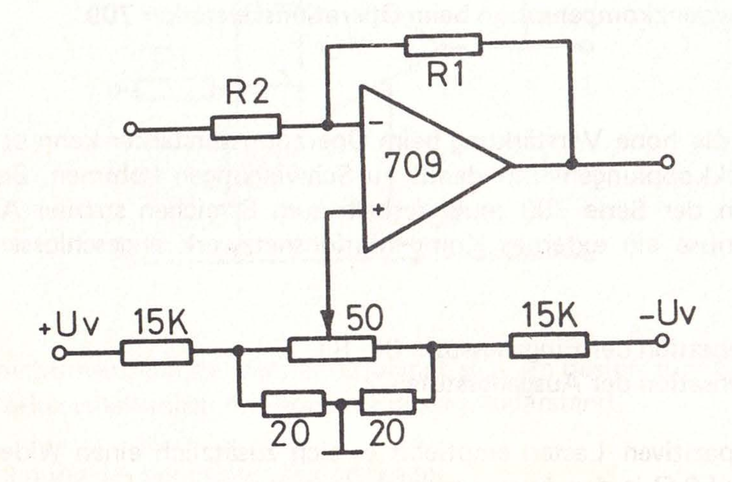
Bei kapazitiven Lasten empfiehlt es sich zusätzlich einen Widerstand R2 = ca 50 Ω in den Ausgangskreis zu schalten.



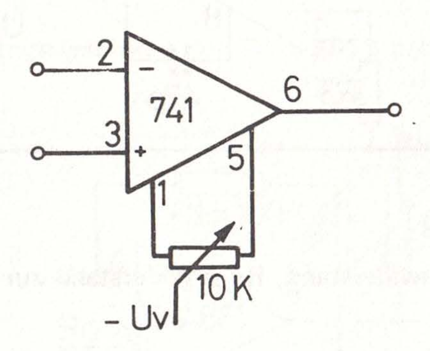
Beim Operationsverstärker 741 ist bereits intern eine Frequenzkompensation durchgeführt. Über den gesamten Verstärkungsbereich hat man dadurch eine stabile Schleifenverstärkung. Es wird keinerlei externe Beschaltung benötigt.

2.5 Kompensation der Eingangsnullspannung

Bei vielen Operationsverstärkern wie z.B. beim 709 erfolgt die Kompensation der Eingangsnullspannung direkt an den Eingängen mit Hilfe eines Potentiometers.



Diese Kompensation hat den Nachteil, daß Abgleichelemente direkt mit der Siganlquelle verbunden sind, und somit eine Belastung für diese darstellen. Auch können dadurch die dynamischen Eigenschaften des Verstärkers beeinträchtigt werden. Bei den Typen der Serie 741 wird der Nullabgleich durch ein Potentiometer an den dafür vorgesehenen Klemmen durchgeführt.



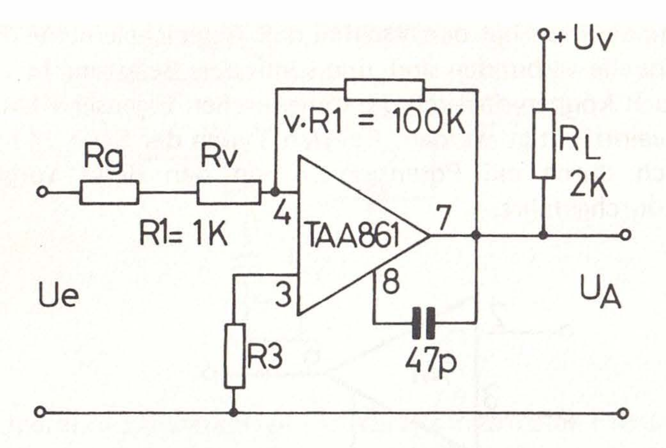
3. Der Operationsverstärker TAA 861

Der TAA 861 ist ein besonders wirtschaftlicher und vielseitiger Operationsverstärker, der auf Grund seiner guten Eigenschaften für ein weites Anwendungsgebiet geeignet ist.

Wichtigste Eigenschaften:
- Hoher Gleichtaktbereich
- Großer Versorgungsspannungsbereich
- Hoher Ausgangsstrom
- Einfache Frequenzkompensation
- Weitgehende Sicherheit gegen Zerstörung.

3.1 Verstärkergrundschaltung mit dem TAA 861

Gleichspannungsverstärker, invertierend.



R_G = Generatorinnenwiderstand, Rv = Widerstand zur Einstellung der Verstärkung.

Versorgungsspannung Uv = 10V, Verstärkung v = 100, Eingangswiderstand Re = 1kΩ, Ausgangswiderstand Ra = 5Ω, Ue = 100 mV bei Vollaussteuerung.

Durch die Gegenkopplungswiderstände R1 und vR1 wird die Verstärkung eingestellt. Der Widerstand 1kΩ am nichtinvertierenden Eingang verbessert das Temperaturverhalten der gesamten Schaltung. Eine Spannung fällt daran nicht ab.

$$\text{Verstärkung } v = \frac{100\,k}{1\,k} = 100 \text{ (Absolutwert)}$$

Das R1 aus RG und Rv zusammengesetzt, ist zu beachten, daß der Generatiorinnenwiderstand die Verstärkung mitbestimmt. Der Ausgangswiderstand Ra der Schaltung verringert sich mit der Gegenkopplung auf:

$$Ra = Rao \frac{v}{v_o}$$

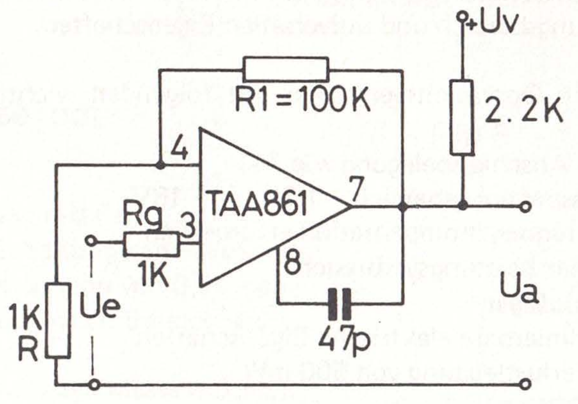
wobei: Rao = Leerlaufausgangswiderstand lt. Datenblatt ca. 500Ω
v_o = Leerlaufverstärkung ca 10^4 lt. Datenblatt.
v = Verstärkung

Der TAA 861 hat einen Eintaktausgang. Dies hat die Vorteile, daß Ausgangströme bis max. 70 mA zulässig sind.

R1 kleiner gleich $20.R_L$

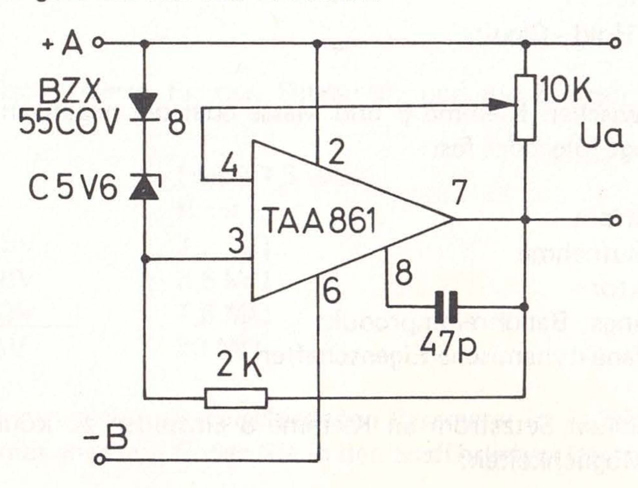
Frequenzkompensation: 47 pF an den Klemmen 7 und 8.

3.2 Gleichspannungsverstärker mit TAA 861 (nichtinvertierender Verstärker)



Uv = 10 V Versorgungsspannung, v = 100, Re = 10 MΩ, Ra = 5Ω, Ue = ± 100 mV

Spannungskonstanter mit TAA 861.



Eingangsspannungsbereich an +A und -B, 11-20V. Am Ausgang Ua = 8-18V einstellbar. Ausgangsstrom 0-70 mA.

4. Der Operationsverstärker 776

Ein Operationsverstärker mit programmierbarer Verstärkung, großem Eingangsspannungsbereich und universellen Eigenschaften.

Der 776 ist ein Operationsverstärker mit folgenden wichtigen Eigenschaften:

A Gleiche Anschlußbelegung wie 741
B Betriebsspannungsbereich + 1,2V bis + 18V
C Keine Frequenzkompensation erforderlich
D Minimaler Leistungsverbrauch
E Kurzschlußfest
F Programmierbare elektrische Eigenschaften
G Hohe Verlustleistung von 500 mW

Anwendungen:

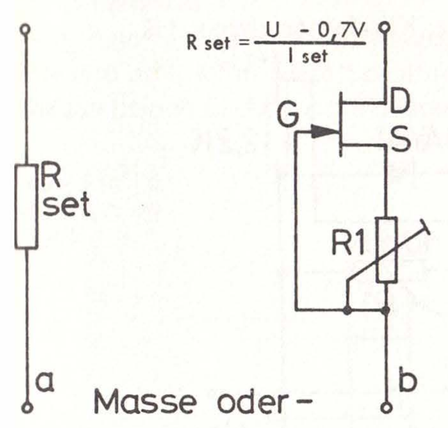
Langzeitintegratoren
Aktive Filter
Sample and Hold - Cicuits

Ein Setzstrom zwischen Klemme 8 und Masse oder der negativen Betriebsspannung legt folgendes fest:

A Eingangsstrom
B Leistungsaufnahme
C Rauschfaktor
D Verstärkungs - Bandbreitenprodukt
E Verschiedene dynamische Eigenschaften.

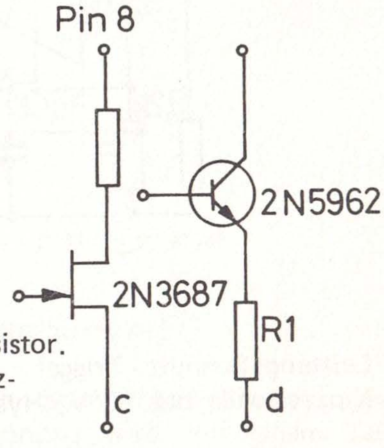
Um den gewünschten Setzstrom an Klemme 8 einstellen zu können, gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Festeinstellung durch einen Widerstand



I set wird zwischen 1 pA und 100 uA gewählt. Je nach Anwendungsfall.

2. Einstellung mit FET
Mit dieser Schaltung kann mit einem einzigen Widerstand der gesamte Setzstrombereich überstrichen werden. (Rset im MΩ - Bereich)



3. Einstellung mit FET
Bei dieser Schaltung kann man mit einer Gatespannung von 0,5V den gesamten möglichen Bereich überstreichen.
Anschluß nur nach Masse möglich.

4. Einstellung mit einem bipolaren Transistor.
Hierbei hat man die Möglichkeit den Setzstrom zu modulieren.

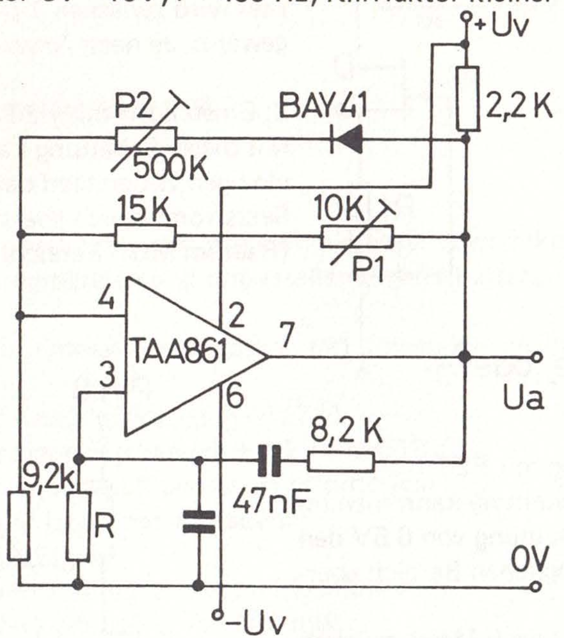
Typische Werte für den Setzstrom und die zugehörigen Widerstände

U_B	I set = 1,5 uA R set	Iset = 15 uA R set
± 1,5V	1,7 MΩ	170 kΩ
± 3,0V	3,6 MΩ	360 kΩ
± 6,0V	7,5 MΩ	750 kΩ
± 15V	20 MΩ	2,0 MΩ

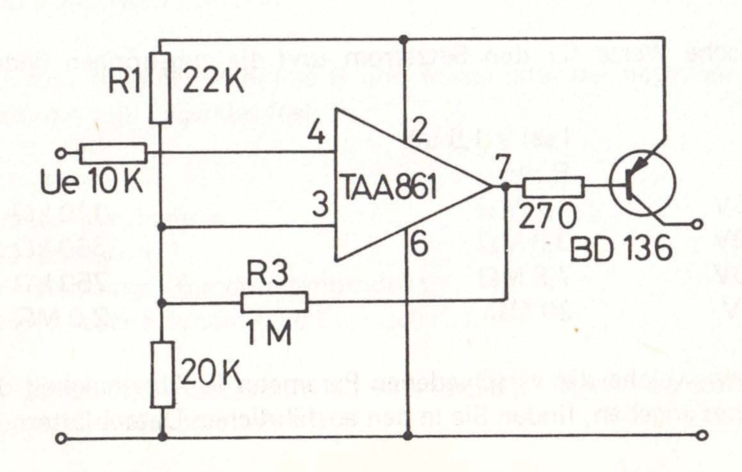
Kurven welche die verschiedenen Parameter in Abhängigkeit des Setzstromes angeben, finden Sie in den ausführlichen Datenblättern.

3.3 Schaltbeispiele mit dem Operationsverstärker TAA 861

Sinusgenerator Uv = 10V, f = 400 Hz, Klirrfaktor kleiner 1%

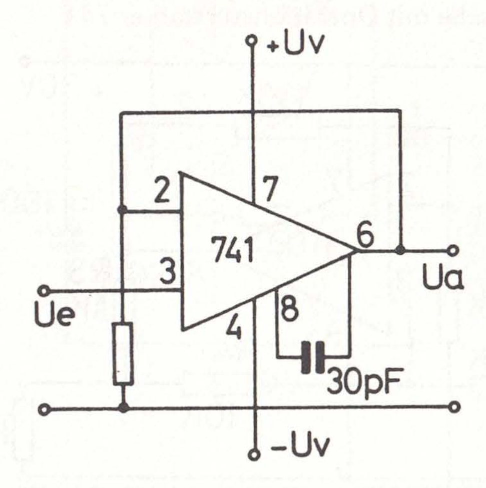


Leistungs Schmitt - Trigger
Kippschwelle bei 10 V, Hysterese 0,2 V, Ausgangsstrom mas. 1,5A.



Impedanzwandler:
Wo eine hochohmige Spannungsquelle eine niederohmige Last ansteuern soll, kann diese Schaltung eingesetzt werden. Laständerungen haben keinen Einfluß auf die Quelle.

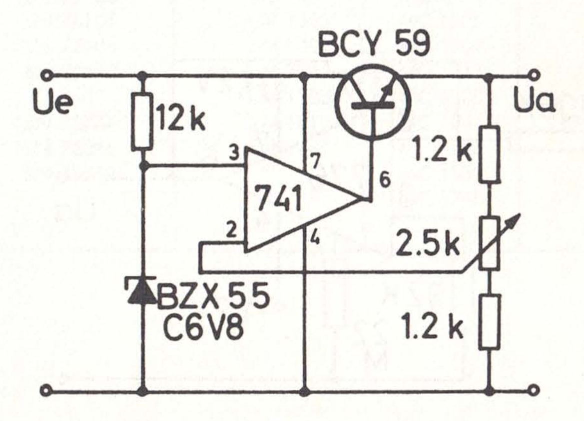
$Re = 2\ 10^{11}\ \Omega$
$Ra = 0{,}38\ m\Omega$
$v = 1$



741 = uA 741 = TBA 221 = MC 1741 = C13741 = SN 72741

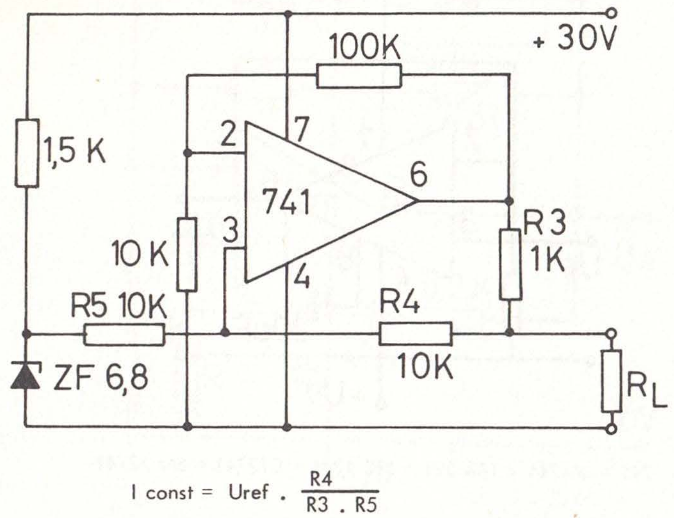
Stromversorgung mit dem integrierten Schaltkreis 741

Operationsverstärker können auch in Spannungsreglerschaltungen verwendet werden. Eine Referenzspannung wird mit einem Teil der Ausgangsspannung verglichen.



Eingangsspannung 20 - 30 V DC
Regelung 0,1 % bei 9V Ausgangsspannung und 100 mA Laststrom. Mit dem Poti 2,5 kM
strom. Mit dem Poti 2,5 kΩ kann die Ausgangsspannung eingestellt werden.

Konstantstromquelle mit Operationsverstärker 741

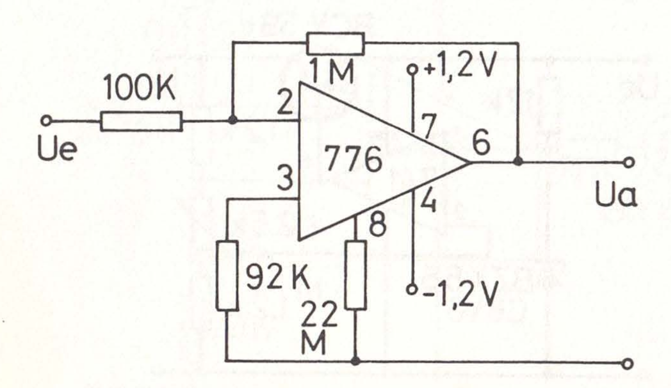


$$I\ const = Uref \cdot \frac{R4}{R3 \cdot R5}$$

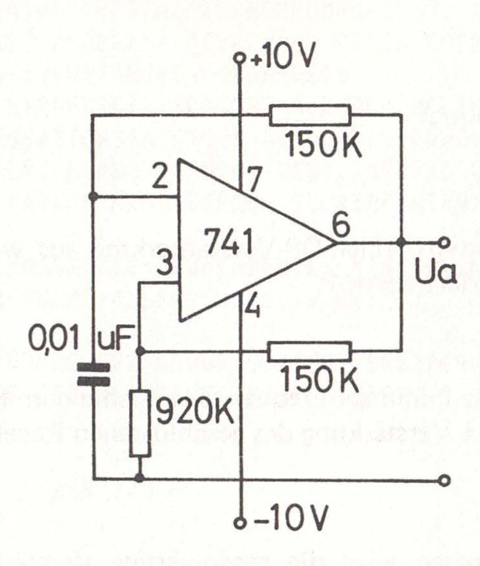
$I\ const = 6{,}2 - 5{,}9$ mA, $R_L = 0 - 500\Omega$

600 Nanowatt - Verstärker

Dieser Verstärker kann von zwei 1,5V Batterien so lange wie die Lagerdauer dieser Zellen betrieben werden. Der Laststrom beträgt 240 nA pro Batterie. Verstärkung 20 dB 1Hz-100 Hz.



Astabiler Multivibrator mit Operationsverstärker 741, f = 100 Hz.



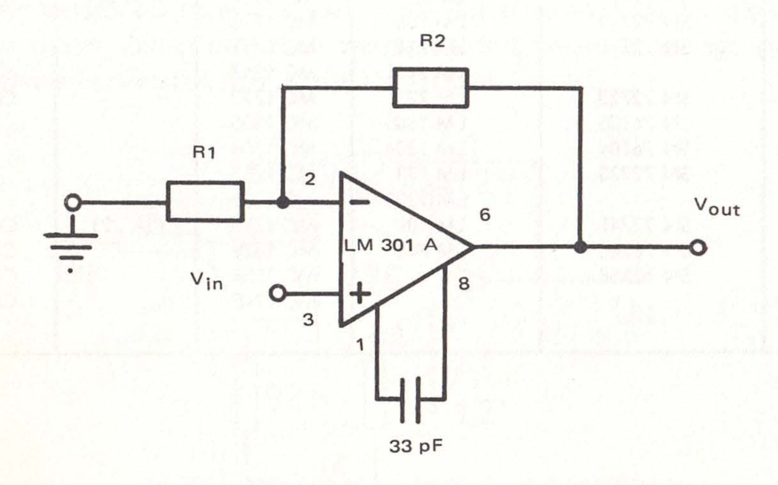
Vergleichsliste der wichtigsten linearen Schaltkreise.					
Fairchild	Texas Instr.	NSC	Motorola	Siemens	RCA
uA 702	SN 72702		MC 1712		
uA 703		LM 703	MC 60104		
uA 709	SN 72709	LM 709	MC 1709	TAA 521	CA3037
uA 710	SN 72710	LM 106	MC 1710		
uA 711	SN 72711	LM 711	MC 1711		
uA 719		LM 2111	MC 1357		
uA 723	SN 72723	LM 723	MC 1723		CA3055
uA 729	SN 76105	LM 1305	MC 1305		
uA 732	SN 76104	LM 1304	MC 1304		
uA 733	SN 72733	LM 733	MC 1733		
uA 739		LM 1303	MC 1303		
uA 741	SN 72741	LM 101	MC 1741	TBA 221	CA3741
uA 746	SN 76246	LM 746	MC 1328		CA3067
uA 747	SN 52558		MC 1558		CA3747T
uA 748			MC 1748		CA3748T
uA 776					

Programmbeschreibung:

Dieses Programm entwirft einen OP-Verstärkerkreis aus, wobei folgende Informationen gefordert werden:

1. Die gewünschte minimale Frequenzansprechung im HZ
2. Die gewünschte Verstärkung des geschlossenen Regelkreises.

Anhand dieser Angaben wird die gegenwärtige Verstärkung des geschlossenen Regelkreises, die Regelkreisverstärkung, Fehler bei der geschlossenen Regelkreiskonfiguration, Ausgangsimpedanz, Durchgangsausprechung, Offset Ausgangsspannung, Linearität und die zwei Widerstände berechnet. Bei den beiden Widerständen wird jeweils der Normwiderstand ermittelt.



READY.

```
100 REM OPERATONSVERSTAERKERBERECHNUNG
110 REM DIESES PROGRAMM BERECHNET EINEN OPER-
120 REM ATIONSVERSTAERKERSTROMKREIS.
130 REM DER STROMKREIS BESTEHT AUS DEM BELIEBTEN
140 REM INTEGRATIONSBAUSTEIN 301A. DAS PROGRAMM
150 REM LIEFERT EINEN STANDARTWERT FUER R2 UND
160 REM DEN DARAUS RESULTIERENDEN WIDERSTAND R1.
170 PRINT
180 PRINT"EINGABE DER GEWUENSCHTEN MINIMALEN"
190 PRINT"FREQUENZ-ANSPRECHUNG IN HZ:"
200 INPUT A
210 PRINT"EINGABE DER GEWUENSCHTEN VERSTAERKUNG"
220 PRINT"DES GESCHLOSSENEN REGELKREISES:"
230 INPUT B
240 C=A*B
250 IF C>1E06 THEN 270
260 GOTO 330
270 PRINT
280 PRINT"REDUZIERE EINE DEINER EINGABEN,"
290 PRINT"ANSPRECHUNG ODER VERSTAERKUNG, SO DASS"
300 PRINT"DAS PRODUKT KLEINER ODER GLEICH 1E06"
310 PRINT"SEIN WIRD."
320 GOTO 170
330 IF B>20000 THEN 350
340 GOTO 430
350 PRINT
360 PRINT"MAXIMAL ERLAUBTE VERSTAERKUNG BEI GE-"
370 PRINT"GEBENER FREUQUENZ IST:";
380 IF 1E06/A>=20000 THEN 410
390 PRINT 1E06/A
400 GOTO 180
410 PRINT"20000"
420 GOTO 170
430 IF B<10 THEN 450
440 GOTO 490
450 PRINT"DIE VERSTAERKUNG MUSS GROESSER ALS 10"
460 PRINT"SEIN, WENN LINEARITAET UND STABILITAET"
470 PRINT"BESTEHEN SOLLEN."
480 GOTO 170
490 REM GESCHAETZTER WIDERSTAND R2
500 R2=(100*B)-100
```

```
510 REM R2 ALS NORMWIDERSTAND
520 READ C
530 IF R2<=C THEN 550
540 GOTO 520
550 R2=C
560 R1=R2/(B-1)
570 REM FINDE BETA
580 D=R1/(R1+R2)
590 REM FINDE REGELKREISVERSTAERKUNG
600 E=(1E06/A)*D
610 REM FINDE TATSAECHLICHE SIGNALVERSTEARKUNG,
620 REM DIE AUF DEN GESCHLOSSENEN-REGELKREIS-
630 REM FEHLER ZURUECKZUFUEHREN IST.
640 B=((R1+R2)/R1)*(1/(1+(1/E)))
650 REM FINDE DEN PROZENTUALEN FEHLER
660 F=100/(E+1)
670 REM FINDE AUSGANGSIMPEDANZ
680 G=150/(1+E)
690 REM FINDE DURCHGANGS-ANSPRECHUNG
700 H=.35/A
710 REM FINDE OFFSET AUSGANGSSPANNUNG, VERURSACHT
720 REM DURCH DIE OFFSET EINGANGSSPANNUNG
730 I=2E-03*(1/D)
740 REM FINDE LINEARITAET
750 J=.01/(1+E)
760 REM UMWANDELN IN PROZENT
770 J=J*100
780 REM AUSGABE DER ERRECHNETEN WERTE
790 PRINT
800 PRINT"GEGENWAERTIGE VERSTAERKUNG DES GE-"
810 PRINT"SCHLOSSENEN REGELKREISES IST:";INT(B*100)/100
820 PRINT
830 PRINT"REGELKREISVERSTAERKUNG IST:";E
840 PRINT
850 PRINT"FEHLER BEI DER GESCHLOSSENEN REGEL-"
860 PRINT"KREISKONFIGURATION IST:";F;"%"
870 PRINT
880 PRINT"AUSGANGSIMPEDANZ IST:";G
890 PRINT
900 PRINT"DURCHGANGS-ANSPRECHUNG IST:";INT(H*1E06)/1E06
910 PRINT
920 PRINT"OFFSET AUSGANGSSPANNUNG IST:";I
930 PRINT
```

```
940 PRINT"LINEARITAET IST:"J;"%"
950 PRINT
960 PRINT"RUECKKOPPLUNGSTRANSISTOR R2:";R2
970 PRINT
980 PRINT"RUECKKOPPLUNGS-/VORSPANN-TRANSISTOR R1"
990 PRINT"IST";INT(R1)
1000 DATA 1E03,1.2E03,1.5E03,1.8E03,2.2E03
1010 DATA 2.7E03,3.3E03,3.9E03,4.7E03,5.6E03
1020 DATA 6.8E03,8.2E03,1E04,1.2E04,1.5E04
1030 DATA 1.8E04,2.2E04,2.7E04,3.3E04,3.9E04
1040 DATA 4.7E04,5.6E04,6.8E04,8.2E04,1E05
1050 DATA 1.2E05,1.5E05,1.8E05,2.2E05,2.7E05
1060 DATA 3.3E05,3.9E05,4.7E05,5.6E05,6.8E05
1070 DATA 8.2E05,1E06,1.2E06,1.5E06,1.8E06
1080 DATA 2.2E06
1090 END
READY.
```

```
EINGABE DER GEWUENSCHTEN MINIMALEN
FREQUENZ-ANSPRECHUNG IN HZ: 5000
EINGABE DER GEWUENSCHTEN VERSTAERKUNG
DES GESCHLOSSENEN REGELKREISES: 1000

REDUZIERE EINE DEINER EINGABEN,
ANSPRECHUNG ODER VERSTAERKUNG, SO DASS
DAS PRODUKT KLEINER ODER GLEICH 1E06
SEIN WIRD.

EINGABE DER GEWUENSCHTEN MINIMALEN
FREQUENZ-ANSPRECHUNG IN HZ: 500
EINGABE DER GEWUENSCHTEN VERSTAERKUNG
DES GESCHLOSSENEN REGELKREISES: 1000

GEGENWAERTIGE VERSTAERKUNG DES GE-
SCHLOSSENEN REGELKREISES IST: 666.66

REGELKREISVERSTAERKUNG IST: 2

FEHLER BEI DER GESCHLOSSENEN REGEL-
KREISKONFIGURATION IST: 33.3333333%

AUSGANGSIMPEDANZ IST: 50
```

```
DURCHGANGS-ANSPRECHUNG IST: 7E-Ø4

OFFSET AUSGANGSSPANNUNG IST: 2

LINEARITAET IST: .333333333%

RUECKKOPPLUNGSTRANSISTOR R2: 1ØØØØØ

RUECKKOPPLUNGS-/VORSPANN-TRANSISTOR R1
IST 1ØØ

READY.
```

Spannungs-komparatoren

1. Allgemeines

Was ist eigentlich ein Spannungskomparator? Komparatoren stehen zwischen liniaren und digitalen Schaltkreisen. Sie bilden eine Art Zwischenlösung. Am Eingang verhalten sie sich wie ein lineares Bauelement, am Ausgang wie ein digitales Bauteil. Spannungskomparatoren dürfen wir nicht mit digitalen Komparatoren verwechseln.
Die Funktion ist grundsätzlich so, daß zwei analoge Eingänge die Eingangsspannung unterscheiden und je nach dem an welchem Eingang die Spannung größer ist, erscheint am Ausgang eine log. "1" oder eine log. "0". Man kann das Bauelement daher auch als einen 1-Bit Analog/Digital - Wandler betrachten.

2. Anwendung von Spannungskomparatoren

A/D - Wandler, Sense amplifier in Kernspeichern, Leitungsempfängern in der Computer Interface Technik, in Lampen und Relaistreibern.
Weiterhin findet man Komparatoren in Logikumsetzern, Diskriminatoren, Nullpunktschaltern, Schwellwertschaltern, Triggerschaltungen und Oszillatoren.
Komparatoren sind wie Sie sehen recht universell einsetzbare Bauelemente. Prinzipiell läßt sich mit jedem Operationsverstärker ein Komparator aufbauen. Jedoch ist es unter Berücksichtigung aller zusätzlichen Elemente immer schwierig, welche Lösung die günstigere ist.

3. Unterschied zwischen Operationsverstärker und Komparator

In einigen Fällen ist der Einsatz von Operationsverstärkern, die meistens frequenzkompensiert sind, einfacher. IC - KOmparatoren jedoch, die meist für große Frequenzbereiche mit hoher Verstärkung ausgelegt sind, neigen dann auch eher zu HF - Schwingungen. Eine kleine Streukapazität kann schon eine Schwingung auslösen. So kann es manchmal doch von Vorteil sein, in diesem Falle einen Operationsverstärker einzusetzen.

Komparatoren sind in erster Linie für einen Betrieb ohne Rückkopplung entwickelt worden. Operationsverstärker sind meistens intern frequenzkompensiert und arbeiten mit einer negativen Rückkopplung.
Eigenschaften von Komparatoren:

Große Bandbreite
Kurze Durchlaufzeiten
Ausgänge für logische Pegel
Gößere Eingangs-Offset Spannung
Geringeren Eingangswiderstand
Meist zwei unsymmetrische Betriebsspannungen

4. Was ist bei Komparatoren zu beachten?

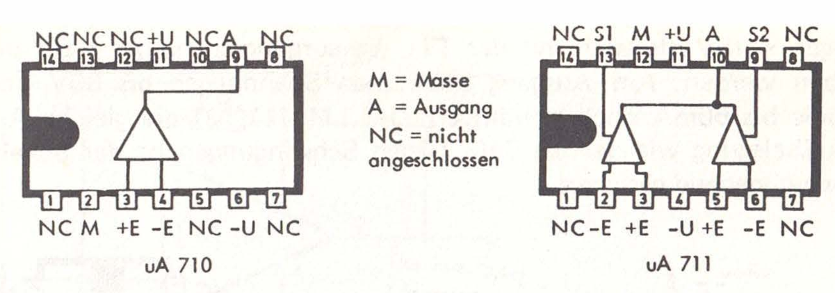
A Genauigkeit und Geschwindigkeit
B Logischer Ausgangspegel
C Benötigte Stromversorgung
D Preis

A Genauigkeit:
Welchen kleinsten Eingangsspannungsunterschied zeigt uns der Komparator noch sicher an? Diesen erkennen wir mit der Angabe der "Eingangs Offset - Spannung".
Die Eingangs Offset-Spannung hat bei Komparatoren nicht die gleiche Bedeutung wie bei Operationsverstärkern. Beim Operationsverstärker zeigt die Eingangs Offset - Spannung welchen Spannungsdifferenzbetrag ich am Eingang anlegen muß, um am Ausgang null Volt zu erhalten. Für Komparatoren gibt die Eingangs Offset - Spannung an, welche Eingangsspannungsdifferenz mir am Ausgang eine log. "0" oder eine log. "1" bringt.

5. Die Spannungskomparatoren uA 710 und uA 711

Der uA 710C ist ein Differential Spannungskomparator für hohe Geschwindigkeit und große Genauigkeit.

Anwendungen: Schmitt Trigger mit veränderlicher Schwelle
Spannungskomparator in schnellen Analog - Digital - Wandlern
Leitungsempfänger und Speicher - Leseverstärker.



Temperaturbereich C - Version 0 + 70°K
Betriebsspannungen + 14V und -7V
Eingangsspannung ± 7V
Eingangs Offset Spannung typ. 1,6 mV

uA 710

uA 711

Pin 1 = Masse
Pin2 = Nichtinv.Eing.
Pin3 = Invert. Eing.
Pin4 = - U
Pin5 = NC
Pin6 = NC
Pin7 = Ausgang
Pin8 = + U

Pin 1 = Masse
Pin2 = Strobe 1
Pin3 = Invert.Eing.1
Pin4 = Nichtinv.Eing.1
Pin5 = -U
Pin6 = Nichtinv.Eing.2
Pin7 = Invert. Eing.2
Pin8 = Strobe 2
Pin9 = Ausgang
Pin10 = +U

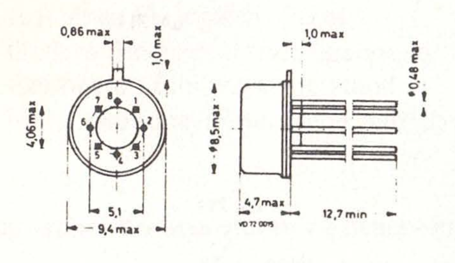
Schwellwertschalter mit Lampentreiber

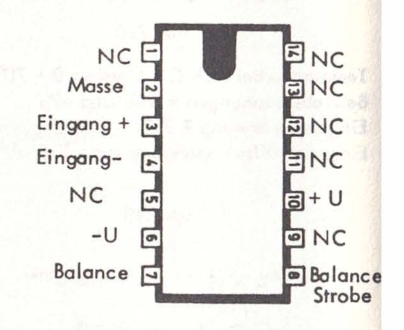
Schmitt Trigger

6. Der Spannungskomparator LM 111 (Anschlüsse und Schaltbeispiele)

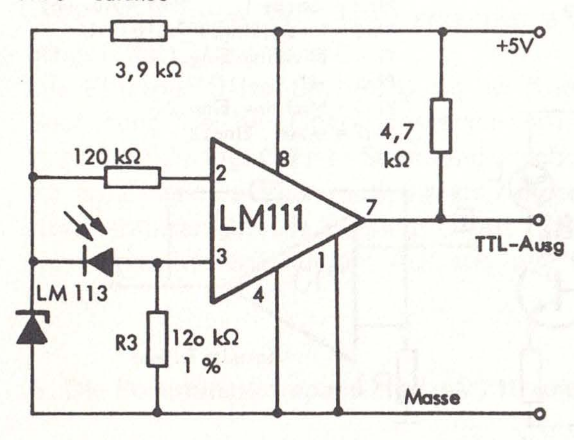
Der LM 111 ist ein Standard Spannungskomparator für einen weiten Betriebsspannungsbereich. Er kann mit den Operationsvertärkerspan-

nungen + 15V als auch mit der TTL Versorgungsspannung + 5V betrieben werden. Am Ausgang kann man Spannungen bis 50V und Ströme bis 50mA noch bewältigen. Der LM 111 hat die gleiche Anschlußbelegung wie der uA 710. Gegen Schwingungen ist der Schaltkreis weitgehend gesichert.



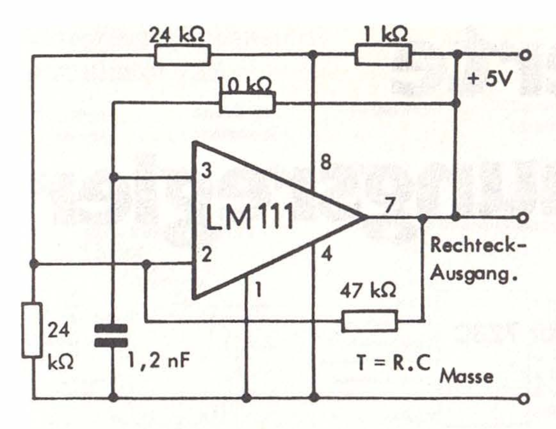


Pin 1 = Masse
Pin2 = Nichtinvert. Eingang
Pin 3 = Invertier. Eing.
Pin4 = -U
Pin 5 = Balance
Pin6 = Balance Strobe
Pin 7 = Ausgang
Pin 8 = + U



Photodetektor für Lichtschranke

LM 113 ist eine temperaturkompens. Zenerdiode mit 1,23V Durchbruchspannung. Sie arbeitet als Serienregler und versorgt den Eingang mit einer stabilisierten Spannung. Wenn der Photodiodenstrom groß genug ist, (ca uA) wird die Spannung an R3 gleich der Schwellspannung = Durchbruchspannung und der Komparatorausgang schaltet um.



Astabiler Multivibrator mit LM 111

Wegen des geringen Eingangstromes kann man mit dem LM 111 und einem kleinen zeitbestimmenden Kondensator schon recht niedrige Frequenzen erzeugen. (Z.B. mit 1uF bereits 1Hz) Die obere Frequenz liegt bei ca 100 kHz. 10% Betriebsspannungsänderung bringen ca 1% Frequenzänderung. Die Symmetrie der Ausgangsspannung kann durch das Verhältnis R1 zu R2 verändert werden.

Integrierte Spannungsregler

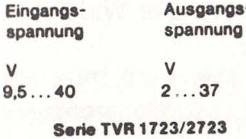
Der integrierte Spannungsregler 723C

1. Beschreibung und wichtigste Daten

Der 723 (uA723, TBA 281, SN 74723, MC1723) ist ein monolythischer Spannungsregler, wlcher auf einem Chip aufgebaut ist. Die Anordnung besteht aus einem stabilisierten Referenzverstärker, einem Differenzverstärker sowie einem Längstransistor mit Strombegrenzungsnetzwerk. wenn größere Ausgangsströme als 150 mA benötigt werden, kann ein npn oder pnp Treiber angeschaltet werden. Spannungsstabilisierungsschaltungen mit dem 723 haben eine große Genauigkeit. Es lassen sich damit positive und negative Spannungen stabilisieren. Der 723 ist temperaturkompensiert und bietet die Möglichkeit der Strombegrenzung.

Maximal Daten:

Eingangsspannungsbereich 0 .... 40V
Max. Ausgangsstrom 150 mA (Erweiterung durch Treibertransistor möglich)
Temperaturbereich des 723C, 0 bis + 70o
Temperaturbereich des 723C, 0 bis + 70°K
Ausgangsspannungsbereich 2V 37V

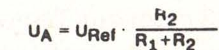


Integrierter Spannungsstabilisator 723

Eingangsspannung	Ausgangsspannung	Regelfaktor	Temperaturstabilität
V	V	% U_A	%/°C
9,5 ... 40	2 ... 37	0,3	0,015

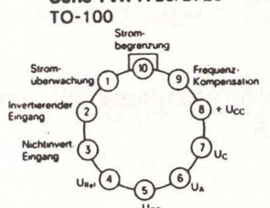
Anwendung

Grundschaltung eines Niederspannungsreglers (U_A = 2 bis 7V)



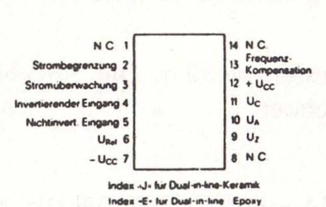
$$U_A = U_{Ref} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Serie TVR 1723/2723
TO-100

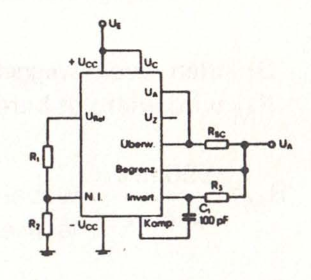


Index -V- für TO-100

Dual-in-line-Gehäuse (TO-116)



Index -J- für Dual-in-line-Keramik
Index -E- für Dual-in-line Epoxy



2. Aufbau von Spannungsreglern mit dem 723

2.1 Grundschaltung und Einstellung der Ausgangsspannung. (Kleine Ausgangsspannungen)

Ue
+UB
UC
UA
U ref
723
Strom-begr.
RM
Ua
R1
R4
①
Strom-uberw.
R3
P1
Nichtinv. Eingang
Inv. Ein.
-UCC
Freq. Komp.
R5
R2
100p

Grundschaltung ohne externen Transisto. Ausgangsstrom ca 150 ma, Ausgangsspannung ca 2 ... 7V

Bei der oben aufgeführten Schaltung wird die interne Referenzspannungsquelle U ref = 7V zur Regelung verwendet. Der Ausgangsspannungsbereich ist dadurch auf 7V noch oben gegrenzt. Der Widerstand R3 dient zur Temperaturkompensation und wird zu:

$$R3 = \frac{R1 \,.\, R2}{R1 + R2}$$ gewählt. Kann jedoch aus wirtschaftlichen

Gründen auch weggelassen werden. Der Strombegrunzungswiderstand R_M wird wiefolgt berechnet:

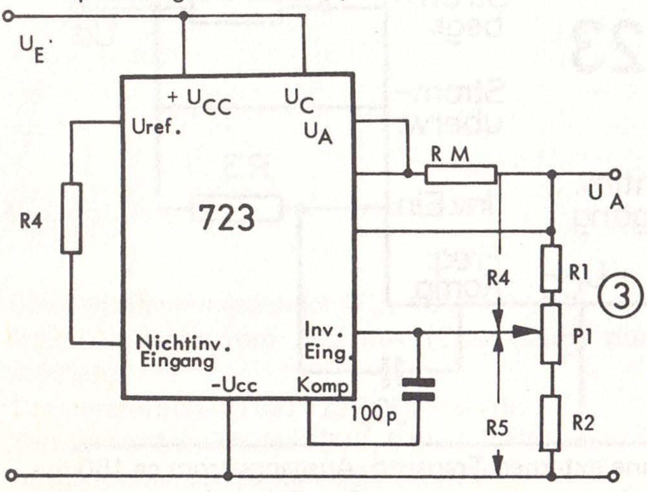
$$R_M = \frac{550\,mV}{I_{A\,max}}$$ wobei $I_{A\,max}$ der maximal zulässige Ausgangsstrom ist.

Die gewünschte Ausgangsspannung wird mit den Widerständen R4 und R5 eingestellt.

$$U_A = \frac{R4}{R4 + R5} \,.\, 7V$$ R4 + R5 größer als 1,5kΩ

3. Aufbau von Spannungsreglern mit dem 723

3.1 Grundschaltung und Einstellung der Ausgangsspannung. (Große Spannungen 7 .... 37V)



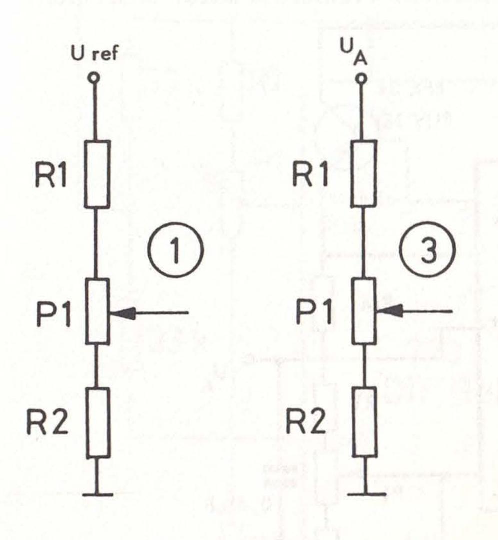
Grundschaltung ohne externen Transistor. Ausgangsstrom ca 150 mA, Ausgangsspannung von 7V bis 37V

Hier wird die obere Grenze der Referenzspannung zur Untergrenze der Ausgangsspannung. Die obere Grenze ist durch die maximale Betriebsspannung abzüglich des erforderlichen Spannungsabfalles gegeben.

$$U_A = \frac{R4 + R5}{R4} \cdot 7V$$

$$R_M = \frac{550\,mV}{I_{A\,max}}$$

4. Tabelle zur Bestimmung der Spannungsteilerwiderstände R1, R2, P1



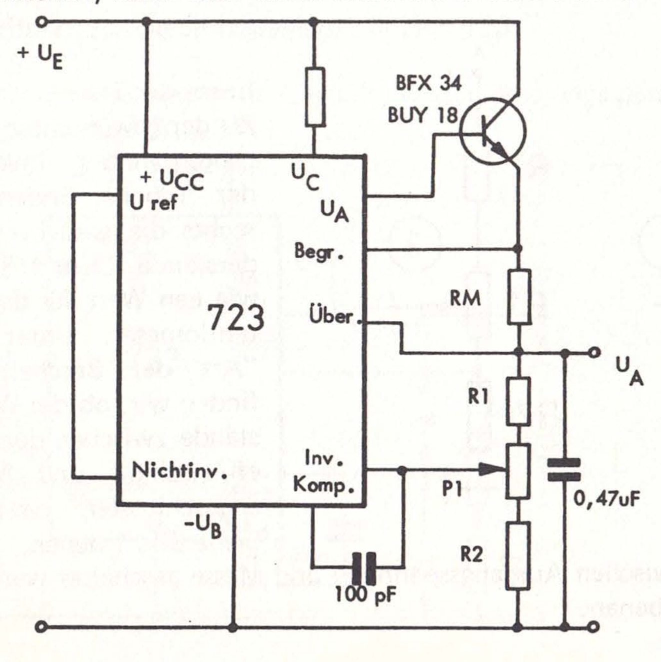
Lesen der Tabelle:
Zu der gewünschten Ausgangsspannung links in der Tabelle finden wir rechts die gesuchten Widerstände R1 und R2 sowie een Wert für das Potentiometer. Unter der "Art der Beschaltung" finden wir, ob die Widerstände zwischen dem Uref-Anschluß und Masse angeschlossen werden. Siehe Bild 1 neben.

Oder ob sie zwischen Ausgangsspannung und Masse geschaltet werden, siehe Bild 3 nebenan.

Ausgangsspannung	Art der Beschaltung	R1	P1	R2
+3V	2	1,8k	0,5k	1,2k
+3,6V	2	1,5k	0,5k	1,5k
+5V	2	0,75k	0,5k	2,2k
+6V	2	0,5k	0,5k	2,7k
+9V	3	0,75k	1,0k	2,7k
+12V	3	2k	1k	3k
+15V	3	3,3k	1k	3k
+28V	3	5,6k	1k	2,2k
+48V	3	0	10k	39k
+75V	3	0	10k	68k
+100V	3	0	10k	91k
+250V	3	0	10k	240k
-6V	3	1,2k	0,5k	0,75k
-9V	3	1,2k	o,5k	2,2k
-12V	3	1,2k	0,5k	3,3k
-15V	3	1,2k	0,5k	4,3k
-28V	3	1,2k	0,5k	10k
-45V	3	0	10k	33k
-100V	3	0	10k	91k
-250V	3	0	10k	240k

5. Spannungsregler mit dem 723 und externem Treibertransistor

Um höhere Ausgangsströme mit dem integrierten Spannungsregler 723 zu errreichen, kann man einen externen Treibertransistor anschalten.

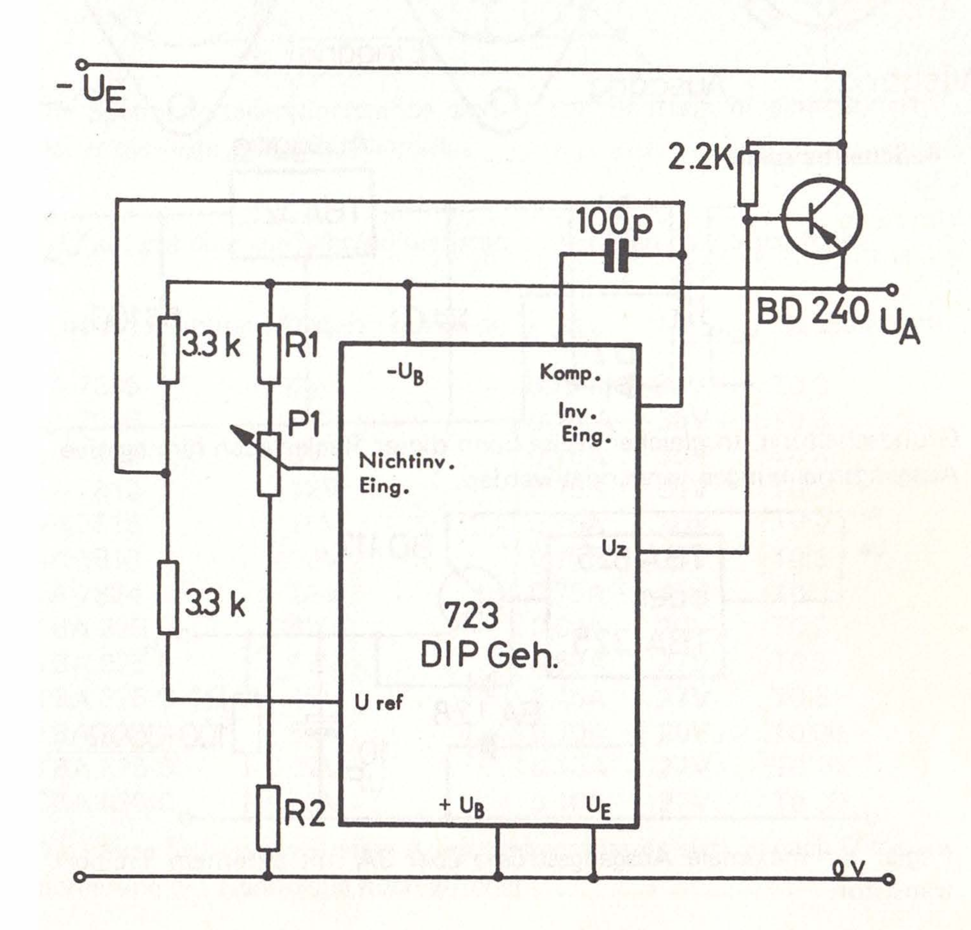


Der maximal erreichbare Ausgangsstorm beträgt $I_A = h_{fe} \cdot 150$ mA. wobei h_{fe} die Stromverstärkung des Treibertransistors ist. Ansonsten erfolgt die Dimensionierung der Bauteile wie bei den vorher beschriebenen Schaltungen. Es sind wieder die Beschaltungsarten (1) und (3) möglich.

Bei dieser Schaltung ist darauf zu achten, daß die maximale Verlustleistung des externen Transistors nicht überschritten wird.

Sie beträgt: $P_{tot\,max} = I_{A\,max} \cdot (U_e - U_a - R_M \cdot I_{A\,max})$

6. Spannungsregler mit dem 723 mit externem Transistor. (Negative Ausgangsspannungen)



Diese Schaltung mit dem 723 im DIP (Dual in line) Plastik Gehäuse besitzt einen Anschluß Uz und kann deshalb für negative Ausgangsspannungen verwendet werden. Die Bauelemente R1, R2 und P1 können nach der angegebenen Tabelle berechnet werden.

3. Anschlußbilder (von unten gesehen)

TBA 625 A, B, C

Eingang
Masse
Ausgang

TBA 325 A, B, C

Masse
Eingang
Ausgang

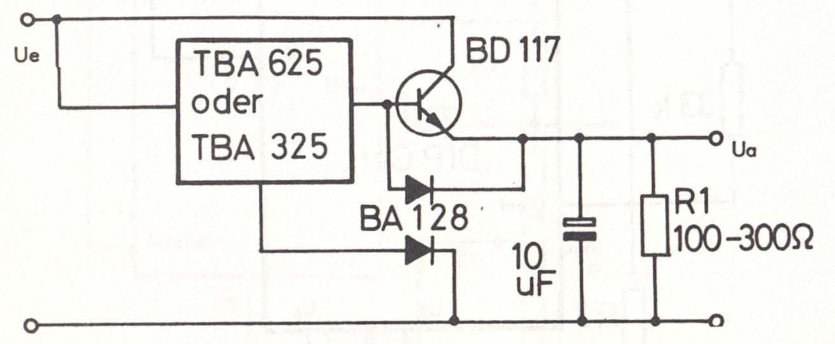
uA 7805 bis uA 7824

Masse
Eingang
Ausgang

4. Schaltbeispiele

TBA325
D1
D2
C1
100uF
U_A

Grundschaltung. In gleicher Weise kann dieser Regler auch für negative Ausgangsspannungen verwendet werden.

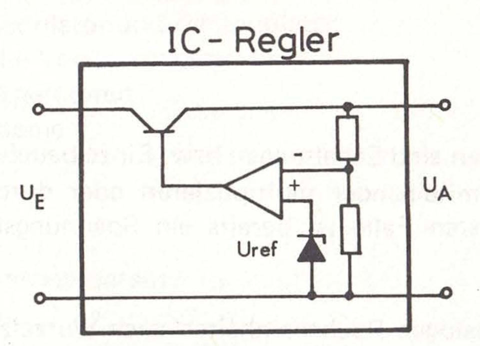


Regler für maximale Ausgangsströme über 3A mit externem Treibertransistor.

Integrierte Spannungsregler mit fester Ausgangsspannung.

1. Allgemeines:

Was ist eigentlich ein IC-Regler? Ein IC-REgler besteht meist aus einem Differenzversärker, (Operationsverstärker) einer Referenzspannungsquelle und einem Leistungstransistor.



Die Spannungsteilerwiderstände sind in den Baustein hineinintegriert. Daher die feste Ausgangsspannung.

2. Übersicht über die bebräcuhlichsten integrierten Spannungsregler.

Typenbezeichnung	Ausgangsspannung	$I_{A\,max}$	$U_{E\,max}$	Gehäuseform
uA 7805	5V	0,75 A	35V	T0 3
uA 7806	6V	0,75 A	35V	T0 3
uA 7808	8V	0,75A	35V	T0 3
uA 7812	12V	0,75A	35V	T0 3
uA 7815	15V	0,75A	35V	T0 3
uA 1818	18V	0,75A	35V	T0 3
uA 7824	24V	0,75A	40V	T0 3
TBA 325 A	5V	0,60A	20V	T0 3
TBA 325 B	12V	0,50A	27V	T0 3
TBA 325 C	15V	0,45A	27V	T0 3
TBA 625 A	5V	0,10A	20V	T0 39
TBA 625 B	12V	0,10A	27V	T0 39
TBA 625 C	15V	0,10A	27V	T0 39

Die Werte für den maximalen Ausgangsstrom lassen sich, je nach Dimensionierung der Kühlfläche noch erhöhen.

Analoge Recheneinheit

1. Allgemeines

Analoge Recheneinheiten sind Schaltungen bzw. Einzelbauelemente die zwei Spannungswerte miteinander multiplizieren oder durcheinander dividieren. Im einfachsten Falle ist bereits ein Spannungsteiler eine Dividierschaltung.

Meist kann man mit analogen Recheneinheiten auch Wurzelziehen und Quadrieren.

2. Der Vier Quadranten Analog Multiplizierer ICL 8013 von Intersil

Der ICL 8013 ist ein Vier - Quadranten Analogmultiplizierer, dessen Ausgangswert proportional zum algebraischen Produkt von zwei Eingangssignalen ist.

Eine interne Rückkopplung und der mitverwendete Operationsverstärker sorgen für die Pegelwandlung sowie für die Quadratwurzelfunktionen.

Eine einfache Anordnung von Potentiometern besorgt den Abgleich für Verstärkungsgenauigkeit, Offsetspannung und Gleichlauf. Die hohe Genauigkeit, große Bandbreite und die große Vielseitigkeit des ICL 8013 machen ihn ideal für alle Multiplizieranwendungen im Kontroll - und Instrumentenbereich.

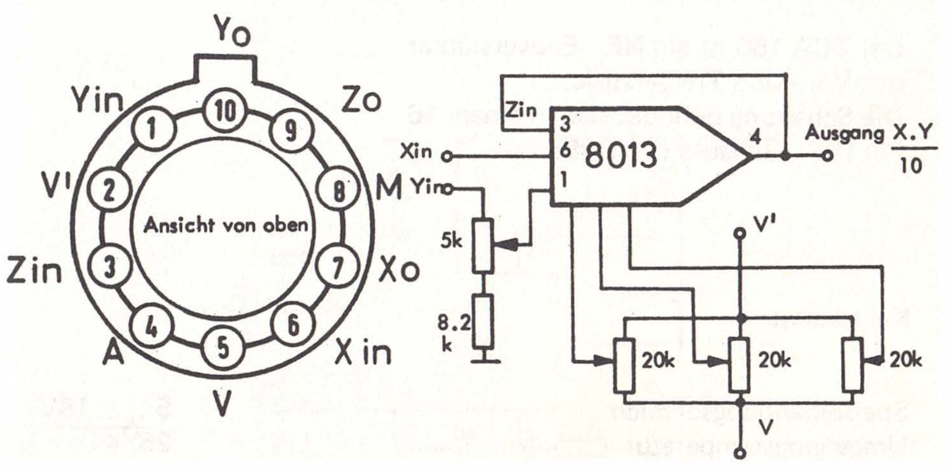
3. Anwendungen

Multiplikation, Division, Quadratwurzelziehen und Quadrieren
Effektivwertmessung
Frequenzverdopplerschaltungen
Balanced Modulator und Demodulator
Elektronische Verstärkungsregelung
Funktionsgeneratoren
Kontrollsysteme

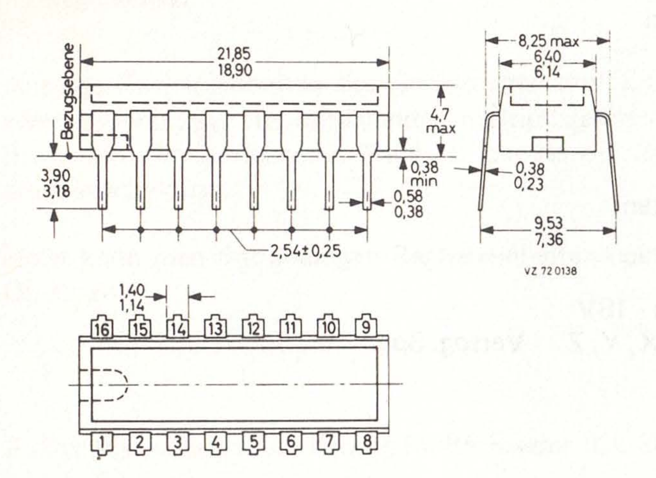
Maximale Betriebsdaten:

Versorgungsspannung - 18V
Eingangsspannungen X, Y, Z - Versog. Spg.

Anwendungsbeispiel für eine Multiplizierschaltung X, Y



NF Verstärker mit TCA 160

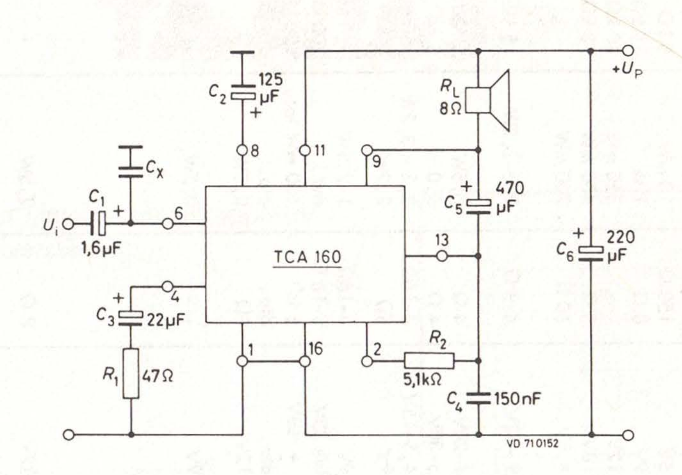


Der TCA 160 ist ein NF - Endverstärker mit Vor - und Treiberstufe.
Die Schaltung befindet sich in einem 16 Pin DIP - Gehäuse (SOT 38)

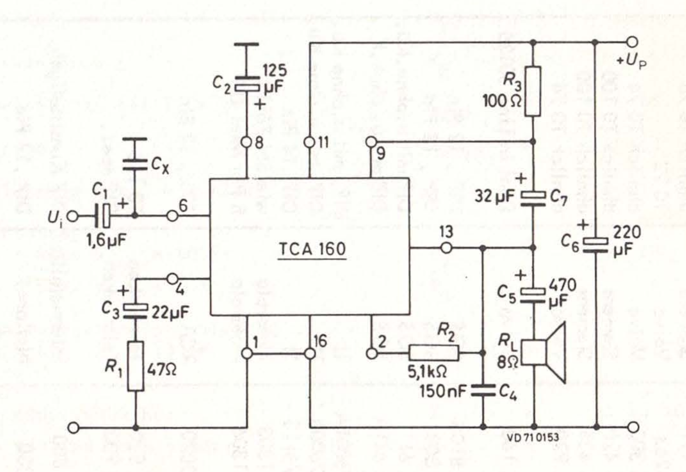
Kurzdaten:

Speisespannungsbereich	5 ...... 16V
Umgebungstemperatur	25^0K
Eingangsspannung	8 ..... 13 mV
Lastwiderstand	4 - 8 Ω
Ausgangsleistung	1,6 ..... 2,2W

Batteriebetrieb



Netzbetrieb



NF-Verstärker Übersicht

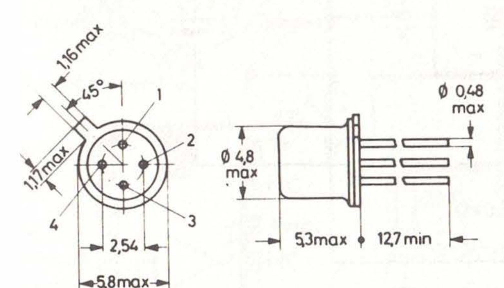
über einige wichtige Standardtypen.

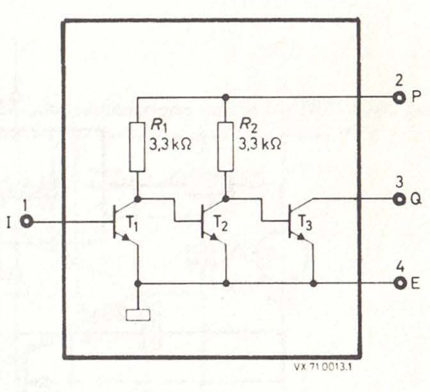
Typenbez.	Hersteller	Gehäuseform	Genaue Bezeichnung	Betriebs-spannung/en	Ausgangs-Widerst.	Ausgangs-leistung	Eingangsimp. Sonstiges.
TAA 111	Siemens	ähnlich T0 78	Dreistufiger NF-Verstärker	7V	500 Ω	350 mW	3 kΩ
TAA263	Valvo	T0 72	Kleinsignal NF - Verstärker	6V	150 Ω	10 mW	5 kΩ
TAA 300	Valvo	ähnlich T0 74	NF - Verstärker	9V	8 Ω	1 W	15 kΩ
TAA 420	Siemens	ähnlich T0 100	Fünfstufiger NF - Verstärker	12V	-	350 mW	40 kΩ
TAA 435	Siemens	ähnlich T0 100	NF-Verstärker, Vor-u. Treiber	18V	5 Ω	400 mW	70 kΩ
TAA 970	Valvo	ähnlich T0 74	Mikrofon-bzw. NF-Verstärker	4,8V	60 Ω	700 mW	-
TCA 160	Valvo	Dual in Line S0T38	NF - Endverstärker	9 -12V	4-8 Ω	1,6-2,2W	15 kΩ
TBA 810S	SGS	DIP, 12 Pin	NF- Leistungsverstärker	4-20V	4 Ω	6,5W	5 MΩ
TBA 800	SGS	DIP, 12 Pin	NF - Leistungsverstärker	5-30V	4 Ω	5,0 W	5 MΩ
TAA 611	SGS	DIP mit u.ohne.Kü.	NF - Leistungsverstärker	4,5-15V	4-16Ω	2,3 - 3,2W	750 kΩ
TAA 641A	SGS	DIP mit u. ohne.K	NF-Leistungsverstärker	9V	4Ω	2,2W	3 MΩ
SN76001A	TI	DIP, mit u.ohne Kü.	NF-Leistungsverstärker	9V	4-16Ω	1-2,5W	750 kΩ
SN 76003	TI	DIP mit u.ohne Kü.	NF-Leistungsverstärker	bis 35V	8-16 Ω	6W	200 kΩ
SN 76113	TI	DIP 14 Pin	Dual NF-Vorverstärker	± 18V	5 kΩ	500 mW tot.	150 kΩ
MC 1303	Motorola	wie SN 76113	dto.	dto.	dto.	dto.	dto.
MC 1306	Motorola	8 Pin Mini DIP	NF - Leistungsverstärker	12V	8Ω	0,5W	-
CA 3020	RCA	T05, 12 Pin	Universal Breitbandverst.	9V	-	0,5W	-
TAA 820	Telefunken	T0 116	Universal NF -Vorverst.				
TAA 900	Telefunken	DIP spez.	NF - Verstärker				
TBA 800	Intermetall	DIP Kunststoffgeh.	5W - NF - Verstärker				
LM 380	National	DIP, 14 Pin	Leistungsverst. NF	22V	8 Ω	2,5W	-

Achtung! Die hier angegeben Daten sollen nur Richtwerte für Sie bei der Auswahl eines NF-Verstärkers sein. Zur genauen Beurteilung ist dann das entsprechende Datenblatt des Herstellers zu verwenden.

NF Verstärker mit TAA263

Dreistufiger gleichstromgekoppelter Kleinsignalverstärker.





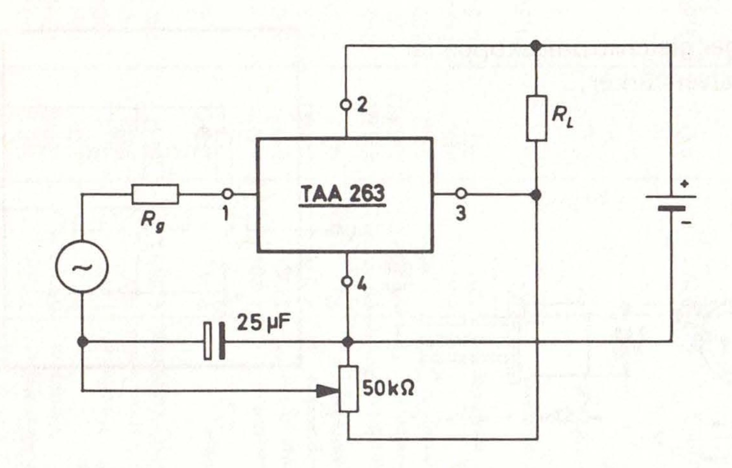
Kenn- und Betriebswerte: bei $U_{P\ (2/4)} = 6\ V$, $\vartheta_U = 25^\circ C$

Lastwiderstand:	R_L	=	150	Ω
Generatorwiderstand:	R_g	=	1	kΩ
Gesamt-Speisestrom bei $I_q = 0$:	I_{ges}	≦	16	mA
Ausgangsstrom:	$I_{Q\ (3)}$	=	12	mA
Stromverstärkung bei f = 1 kHz:	ß	=	$5 \cdot 10^5$	
Ausgangsleistung				
bei f = 1 kHz, k_{ges} = 10 %:	P_o	≧	10	mW
bei f = 1 kHz, k_{ges} = 5 %:	P_o	≧	8	mW
Übertragungs-Leistungsverstärkung				
bei f = 1 kHz, P_o = 10 mW:	$V_{pü}$	=	77 (≧ 70)	dB
Rauschzahl				
bei f = 400...6000 Hz:	F	=	5 (≦ 10)	dB
bei f = 450 kHz, B = 5 kHz:	F	=	2,7	dB

Kurzdaten:

Speisespannung	U_{24}	=	6 V
Umgebungstemperatur	ϑ_U	=	25 °C

Verwendung als NF - und ZF Verstärker bis ca 600 kHz



NF Verstärker mit TAA611 u. TBA641

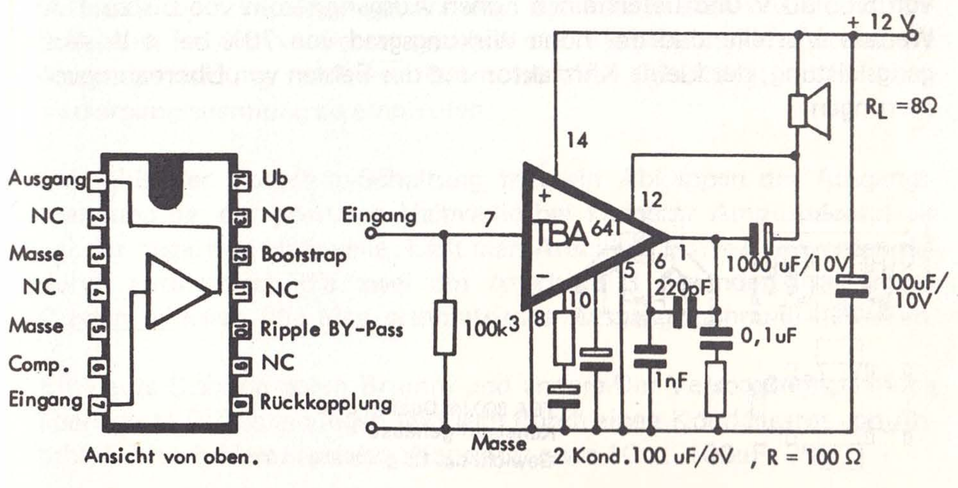
Bootstrap
Vs
Comp
Ausg
Comp
NC
Rückk.
Masse
Eingang
Masse
Von oben gesehen

Bootstr.
NC
Comp.
Comp.
Rückk.
NC
Eingang
Vs
NC
Ausg.
NC
Masse
NC
Masse

Anschlußbezeichnungen gelten für DIP -Gehäuse!

+9V
E
22k
TAA611
30 Ω
50uF/6V
56pF
150 pF
0.1uF
8Ω
500uF
100uF

NF - Verstärker für Taschenradio oder ähnl. Anwendungen.

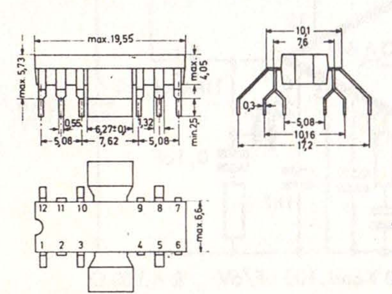


NF Verstärker mit TBA800

5-W-NF-Verstärker

Der TBA 800 ist ein monolithisch integrierter Seriengegentakt-B-Leistungsverstärker. Er ist eingebaut in ein Kunstoffgehäuse ähnlich TO-116 mit 12 Anschlüssen, die so geformt und angeordnet sind, daß die automatische Bestückung von Printplaten leicht durchzuführen ist. Die beiderseits aus dem Gehäuse herausragenden Kühlfahnen sind ohne zusätzliche Kühlung ausreichend groß für 2,5 W Ausgangsleistung. Werden die beiden Kühlfahnen zusätzlich gekühlt, z.B. dadurch, daß man sie in ausreichend große kupferkaschierte Flächen der Printplatte einlötet, so sind bis zu 5 W Ausgangsleistung erzielbar.

Der TBA 800 liefert in Gegentakt-B-Schaltung bei 24 V Versorgungsspannung eine Ausgangsleistung von 5 W an einen Lastwiderstand von 16 Ω. Er ist anwendbar in dem großen Versorgungsspannungsbereich von 5 ... 30 V und liefert einen hohen Ausgangsstrom von bis zu 1 A. Weitere Vorteile sind der hohe Wirkungsgrad von 70% bei 4 W Ausgangsleistung, der kleine Klirrfaktor und das Fehlen von Übernahmeverzerrungen.

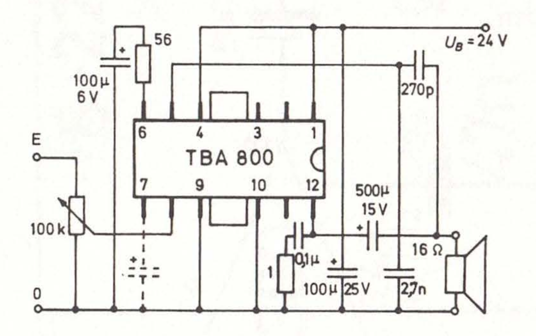


TBA 800 im Dual-in-Line-Kunststoffgehäuse
Gewicht ca. 1,5 g Maße in mm

Alle Spannungsangaben sind bezogen auf die Anschlüsse 9 und 10.

Grenzwerte

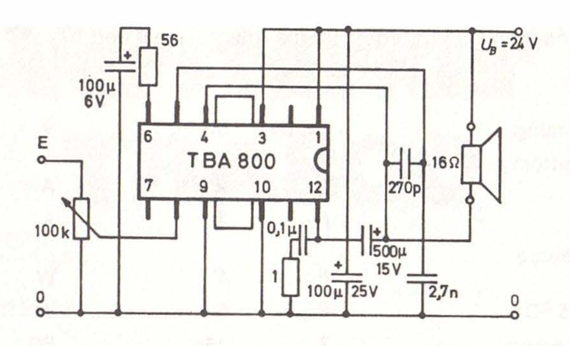
Versorgungsspannung	U_1, U_3	30	V
Ausgangsspitzenstrom nichtperiodisch	I_{12}	2	A
periodisch	I_{12}	1	A
Gesamtverlustleistung bei $T_U = 70\,°C$	P_{tot}	1	W
bei $T_{Kühlfahne} = 75\,°C$	P_{tot}	5	W
Sperrschichttemperatur	T_j	150	°C
Lagerungstemperaturbereich	T_S	−25 ... +85	°C



Anwendungsschaltung für den TBA 800. Der Lautsprecher liegt am Minuspol der Versorgungsspannung, an Masse. Auf die Bootstrap-Schaltung ist hier verzichtet, woraus eine kleinere maximal erzielbare Ausgangsspannung resultiert. Daher ist diese Schaltung nur für hohe Versørgungsspannung zu empfehlen.

Bei fehlender Bootstrap-Schaltung tritt ein Abkappen der Ausgangsspannung bei der positiven Halbwelle bei kleinerer Ampiltude auf als bei der negativen Halbwelle. Läßt man Anschluß 3 offen, so werden dadurch automatisch die zwei am Anschluß 3 liegenden integrierten Dioden wirksam, die eine symmetrische Ausgangsspannung bewirken.

Eine gute Siebung gegen Brumm und andere Der Versorgungsspannung überlagerte Störspannungen läßt sich durch einen Kondensator von Anschluß 7 nach Masse erzielen. Kapazität etwa 10 .... 100μF, 25V.

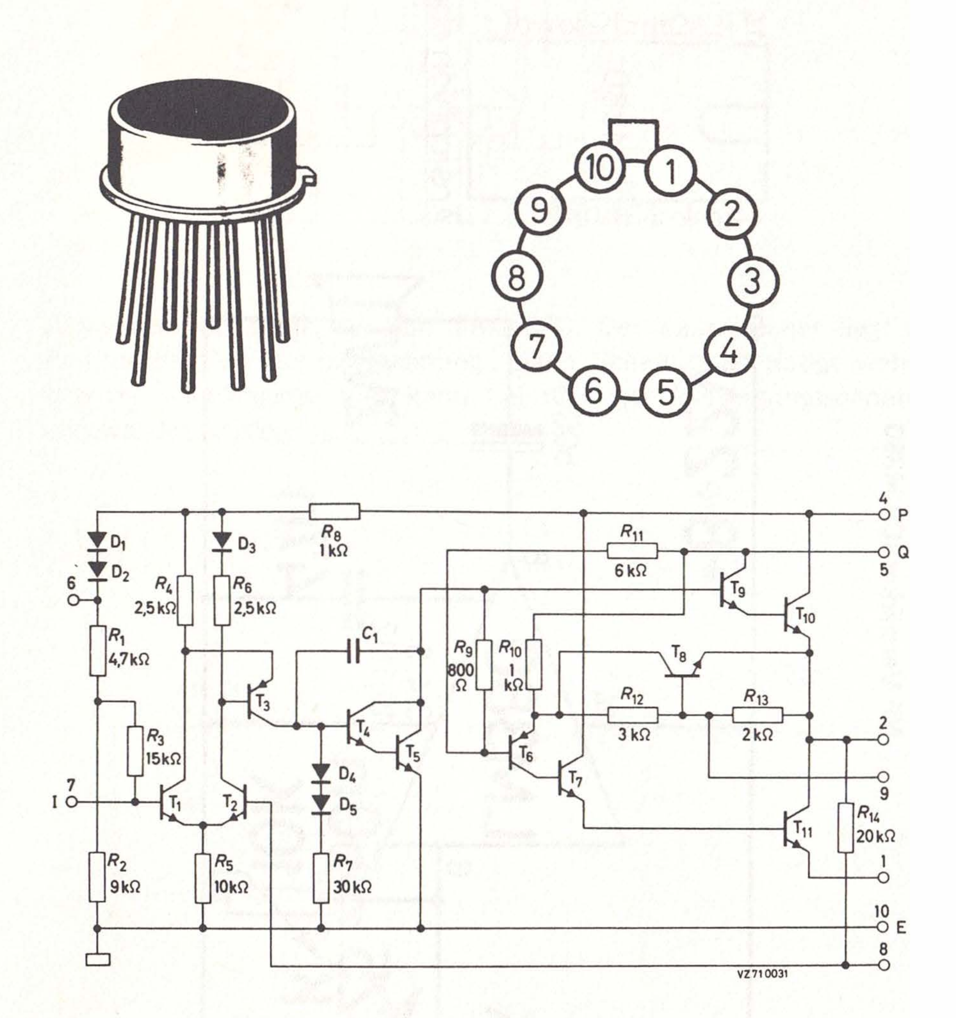


Anwendungsschaltung für den TBA 800. Der Lautsprecher liegt am Pluspol der Versorgungsspannung. Diese Schaltung benötigt wenige externe Bauelemente und kann bei niedriger Versorgungsspannung angewendet werden.

NF Verstärker IC LM380

+8÷22V
14
LM380
8
500uF
6
3,4,5
10,11,12
75K
U_E
25 K
50n
10K
47n
2W
LM380
1 2 3 4 5 6 7
14 13 12 11 10 9 8
Ansicht von oben

NF-Verstärker IC TAA300



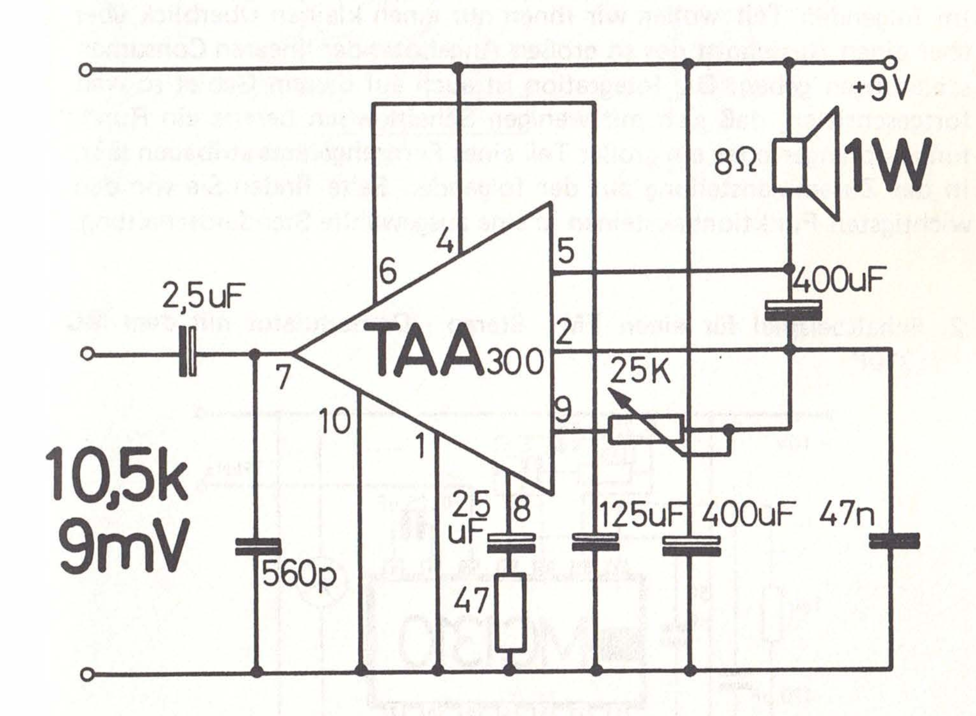
Kenn - und Betriebswerte:

Ausgangsleistung bei k ges. = 10%	1W
Eingangsimpedanz	15 KΩ
Eingangsspannung für 1W	8,5 mV

Maßnahmen zur Vermeidung von Instabilität: Kurze Zuleitungen zwischen Speisespannung und Anschluß 4, große Kapazität zwischen Anschluß 4 und Masse bei Spannungsquellen mit hohem Innenwiderstand. (z.B. Batteriealterung)

Kapazität größer/gleich 47 nF zwischen Anschluß 2 und Masse.

Vermeidung von Kopplungen vom Eingang auf den Ausgang (kurze abgeschirmte Eingangsleitung) ggfs. Begrenzung des Frequenzbereiches auf 15 kHz durch eine Kapazität von 560 pF zwischen Anschluß 7 und Masse.



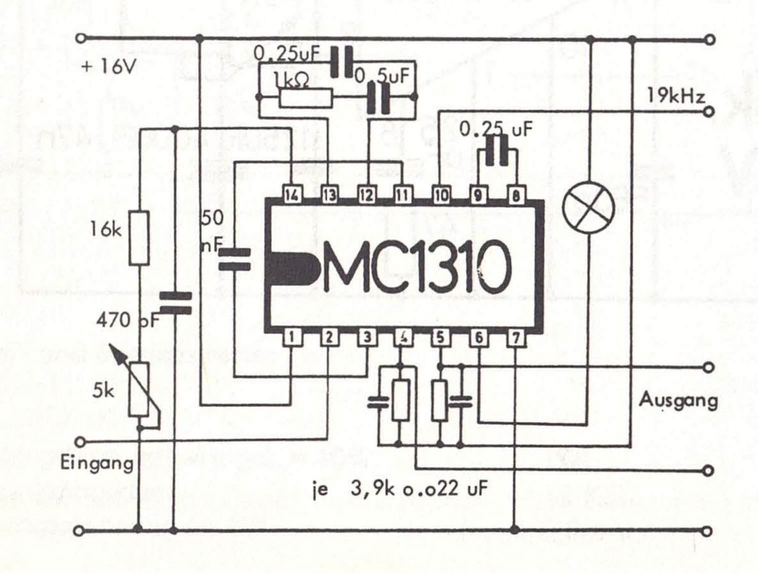
Rundfunk- und FS IC's

Integrierte Schaltungen für die Rundfunk - und Fernsehtechnik

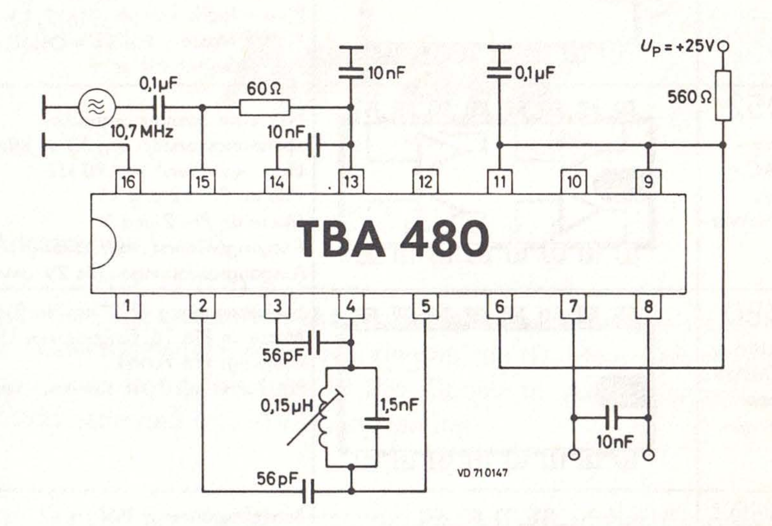
1. Allgemeines

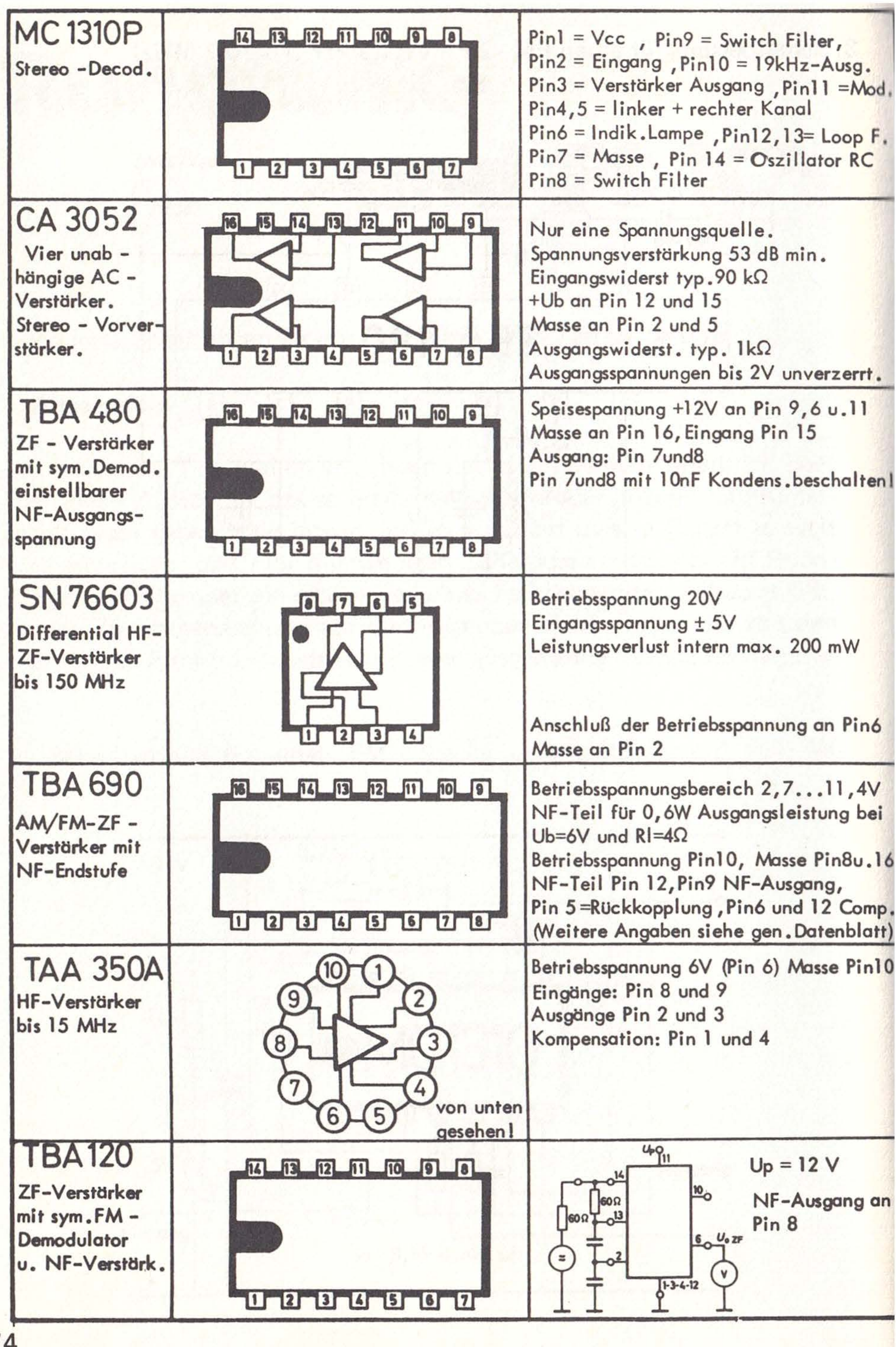
Im folgenden Teil wollen wir Ihnen nur einen kleinen Überblick über über einen Ausschnitt des so großen Angebotes der linearen Consumerschaltungen geben. Die Integration ist auch auf diesem Gebiet so weit fortgeschritten, daß sich mit wenigen Schaltkreisen bereits ein Rundfunkempfänger oder ein großer Teil eines Fernsehgerätes aufbauen läßt. In der Zusammenstellung auf der folgenden Seite finden Sie von den wichtigsten Funktionbausteinen je eine ausgewählte Standardschaltung.

2. Schaltbeispiel für einen FM - Stereo - Demodulator mit dem MC 1310P



3. Schaltbeispiel für einen FM - ZF - Verstärker (f = 10,7 MHz)





Typ	Anschlußbild	Daten
MC 1310P Stereo -Decod.		Pin1 = Vcc , Pin9 = Switch Filter, Pin2 = Eingang ,Pin10 = 19kHz-Ausg. Pin3 = Verstärker Ausgang ,Pin11 =Mod. Pin4,5 = linker + rechter Kanal Pin6 = Indik.Lampe ,Pin12,13= Loop F. Pin7 = Masse , Pin 14 = Oszillator RC Pin8 = Switch Filter
CA 3052 Vier unab - hängige AC - Verstärker. Stereo - Vorver- stärker.		Nur eine Spannungsquelle. Spannungsverstärkung 53 dB min. Eingangswiderst typ.90 kΩ +Ub an Pin 12 und 15 Masse an Pin 2 und 5 Ausgangswiderst. typ. 1kΩ Ausgangsspannungen bis 2V unverzerrt.
TBA 480 ZF - Verstärker mit sym.Demod. einstellbarer NF-Ausgangs- spannung		Speisespannung +12V an Pin 9,6 u.11 Masse an Pin 16, Eingang Pin 15 Ausgang: Pin 7und8 Pin 7und8 mit 10nF Kondens.beschalten!
SN 76603 Differential HF- ZF-Verstärker bis 150 MHz		Betriebsspannung 20V Eingangsspannung ± 5V Leistungsverlust intern max. 200 mW Anschluß der Betriebsspannung an Pin6 Masse an Pin 2
TBA 690 AM/FM-ZF - Verstärker mit NF-Endstufe		Betriebsspannungsbereich 2,7...11,4V NF-Teil für 0,6W Ausgangsleistung bei Ub=6V und Rl=4Ω Betriebsspannung Pin10, Masse Pin8u.16 NF-Teil Pin 12,Pin9 NF-Ausgang, Pin 5 =Rückkopplung ,Pin6 und 12 Comp. (Weitere Angaben siehe gen.Datenblatt)
TAA 350A HF-Verstärker bis 15 MHz	von unten gesehen!	Betriebsspannung 6V (Pin 6) Masse Pin10 Eingänge: Pin 8 und 9 Ausgänge Pin 2 und 3 Kompensation: Pin 1 und 4
TBA120 ZF-Verstärker mit sym.FM - Demodulator u. NF-Verstärk.		Up = 12 V NF-Ausgang an Pin 8

Anwendung Arrays

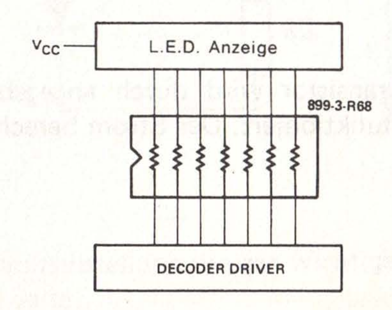
1. Allgemeines

Neben den uns bekannten aktiven integrierten Schaltkreis gibt es jetzt auch Widerstandsnetzwerke, Kondensatoren, Dioden, Zenerdioden und Transistoren in 14 Pin und 16 Pin- Gehäusen. Array kommt aus dem eng. und bedeuted so viel wie Anordnung.

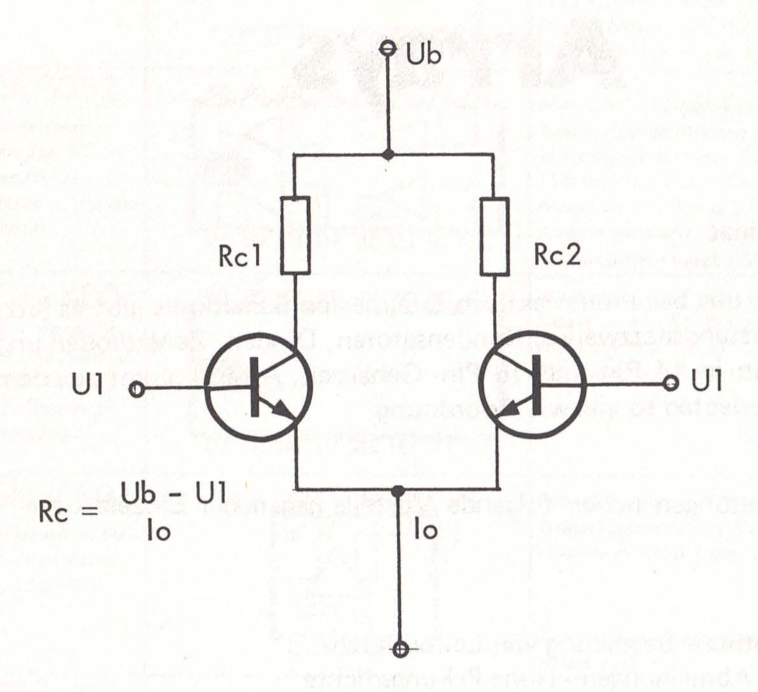
Diese Schaltungen haben folgende Vorteile gegenüber Einzelbauelementen:

A Kosten
B Automatische Bestükung von Leiterplatten.
C Geringe Abmessungen - Hohe Pckungsdichte
D TO 116 Gehäuse mit 14 und 16 Pin
E Enge thermische Kopplung der Bauelemente dadurch positive Auswirkungen auf den Temperaturgang.

L.E.D. Strombegrenzung



2. Anwendung als Differenzverstärker

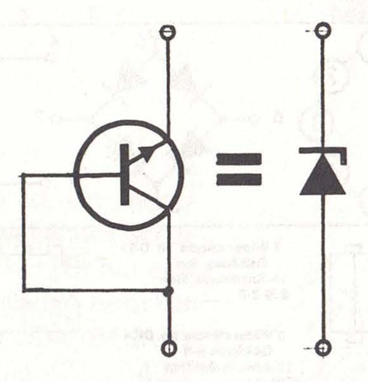


Ein Differenzverstärker arbeitet optimal, wenn man ihn an einer Konstantstromquelle betreibt. Hierzu kann man den verbleibenden Transistor aus dem Array CA 3046 leicht verwenden.

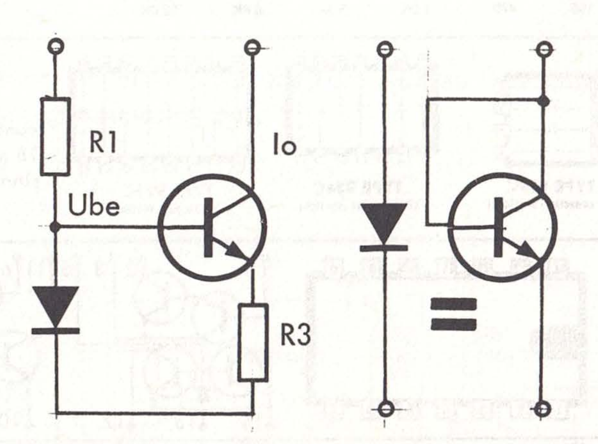
Konstantstromquelle: Ein Transistor wird durch angegebene Beschaltung ein eine Diode umfunktioniert. Der Strom berechnet sich nach der Gleichung:

$$I = \frac{Ub - Ube}{R1}$$

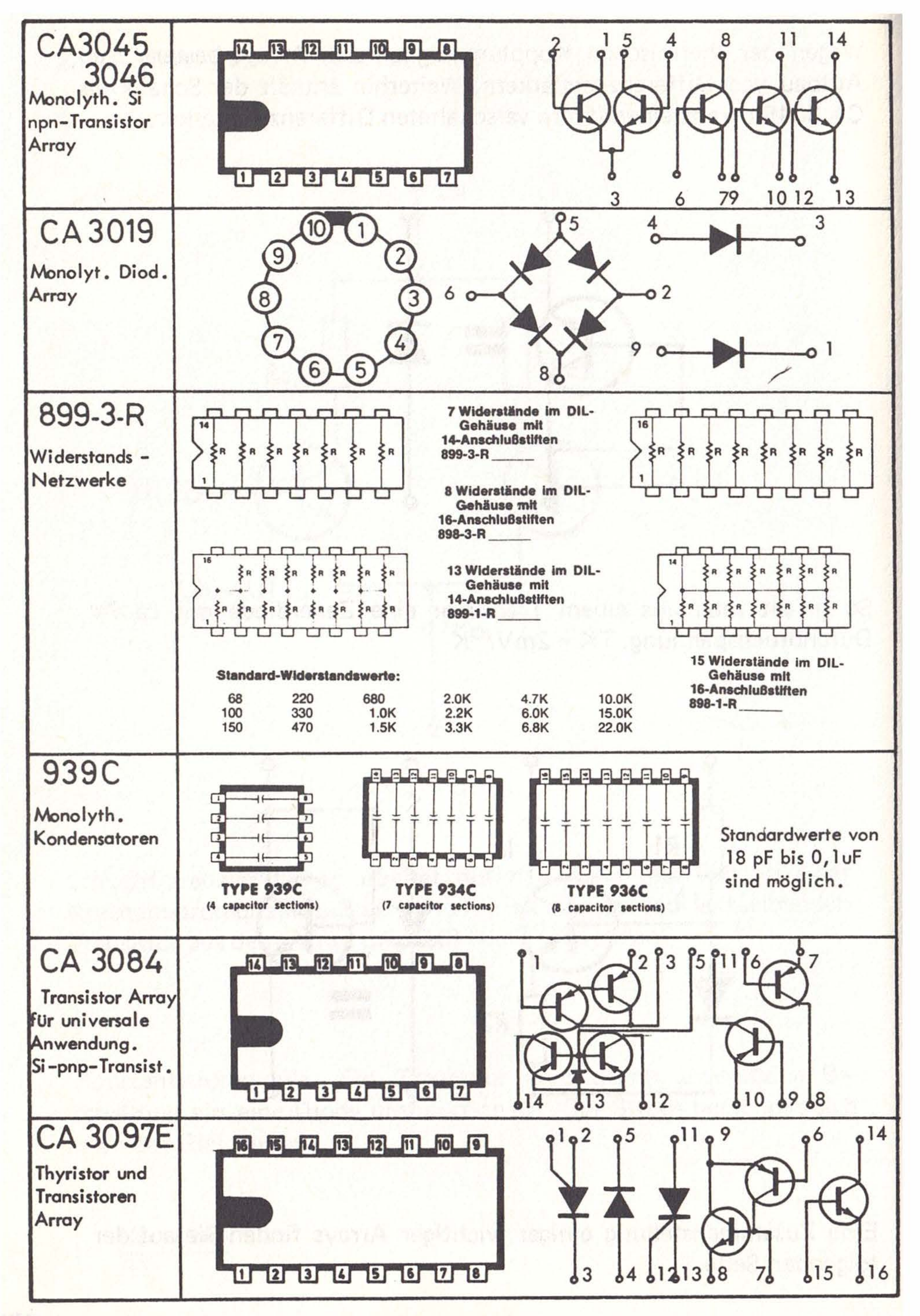
Wegen der thermischen Kopplung eignen sich Arrays bestens zum Aufbau von Differenzverstärkern. Weiterhin enthält der Schaltkreis CA 3046 bereits einen intern verschalteten Differenzverstärker.



So erhält man aus einem Transistor eine Zenerdiode mit ca 7V Durchbruchspannung. TK = 2mV/°K

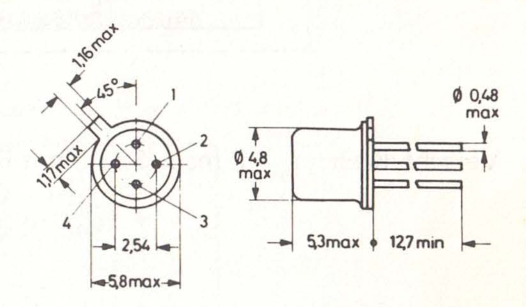


Eine Zusammenstellung einiger wichtiger Arrays finden Sie auf der folgenden Seite.

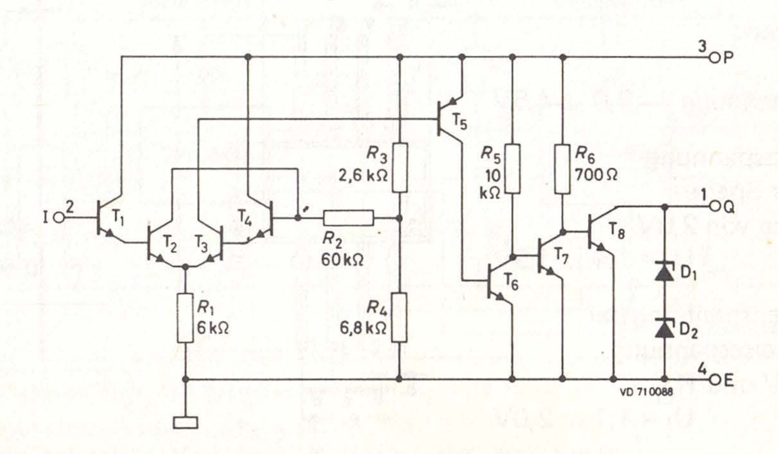

CA3045
3046
Monolyth. Si
npn-Transistor
Array
CA 3019
Monolyt. Diod.
Array
899-3-R
Widerstands -
Netzwerke
7 Widerstände im DIL-
Gehäuse mit
14-Anschlußstiften
899-3-R
8 Widerstände im DIL-
Gehäuse mit
16-Anschlußstiften
898-3-R
13 Widerstände im DIL-
Gehäuse mit
14-Anschlußstiften
899-1-R
15 Widerstände im DIL-
Gehäuse mit
16-Anschlußstiften
898-1-R
Standard-Widerstandswerte:
68 220 680 2.0K 4.7K 10.0K
100 330 1.0K 2.2K 6.0K 15.0K
150 470 1.5K 3.3K 6.8K 22.0K
939C
Monolyth.
Kondensatoren
TYPE 939C
(4 capacitor sections)
TYPE 934C
(7 capacitor sections)
TYPE 936C
(8 capacitor sections)
Standardwerte von
18 pF bis 0,1uF
sind möglich.
CA 3084
Transistor Array
für universale
Anwendung.
Si-pnp-Transist.
CA 3097E
Thyristor und
Transistoren
Array

Schwellenwert-schalter

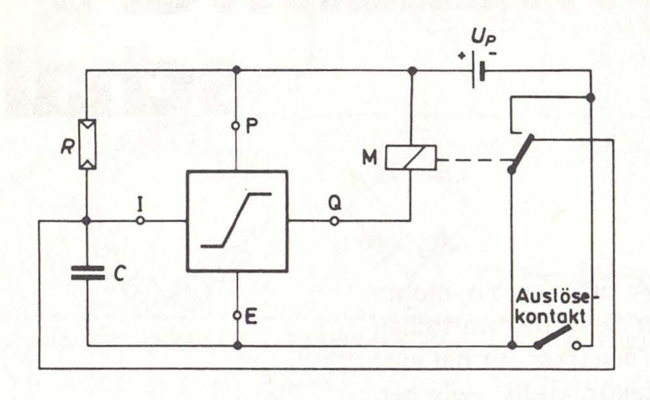
Der TAA 560 ist ein monolythischer Schwellenwertschalter mit Verstärker. Er hat eine feste Schaltschwelle zwischen 1,3V und 1,7V. Die Betirebsspannung beträgt 2 ... 4,5V
Max. Ausgangsstrom 50 mA
Max. Eingangsspannung 4,5V



Die Schaltung eignet sich bestens zum Aufbau von Triggerschaltungen und Zeitverzögerungsschaltern.



Empfohlene Schaltung für die Verschlußzeitsteuerung:

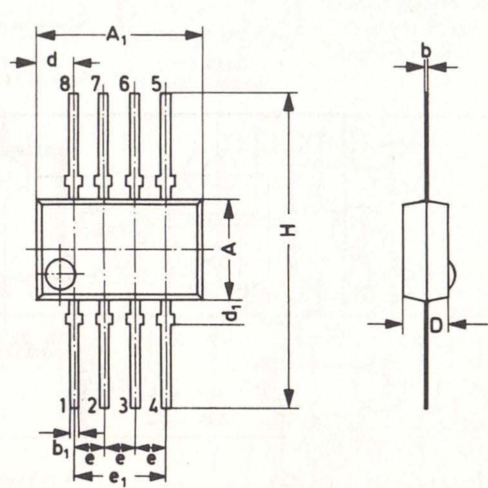


Verschlußzeit: t_V = 2 ms ... 2 s mit R = 20 MΩ
C = 100 nF
R_M = 91 Ω
L_M = 40 mH

Schwellenwertschalter mit der integrierten Schaltung TAA 580

Der TAA 580 ist ein monolythischer Schwellenwertschalter mit einstellbarer Schaltschwelle.

Kurzdaten:



Speisespannung 2,0 ... 4,5V

Referenzspannung bei einer Speisespannung von 2,0V U_I = 1,4 ... 1,9V

Schwellenspannung bei einer Speisespannung von 2,0V und R_G = 70 MΩ U_I = 1,1 ... 2,0V

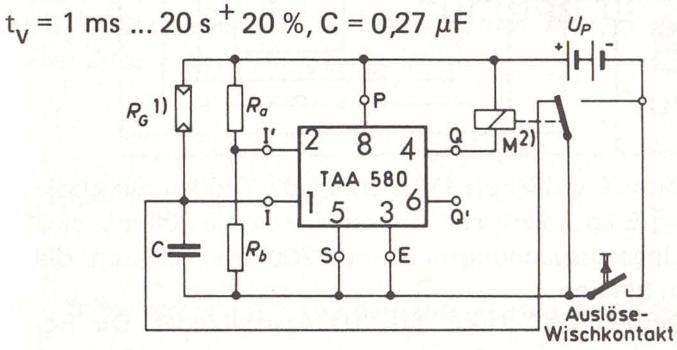
Absolute Grenzwerte:

Speisespannung	4,5V
Ausgangsspannung U_Q	12,5V
Ausgangsstrom	70 mA
Verlustleistung	180 mW

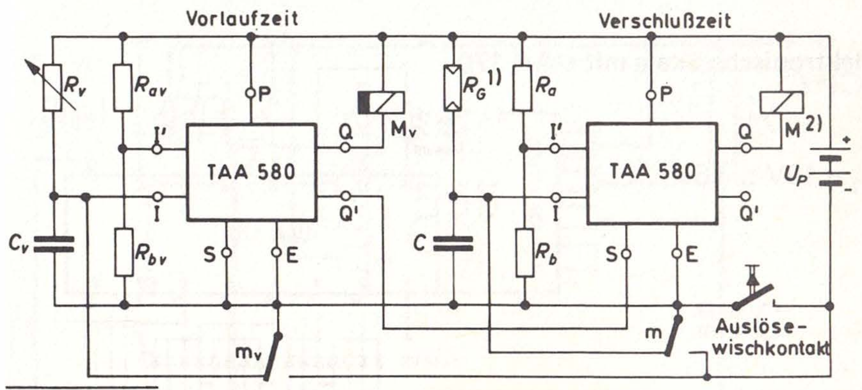
Bezeichnung der Anschlüsse siehe folgendes Schaltbild

Empfohlene Schaltung für Verschlußzeitsteuerung:

Verschlußzeit-Bereich:
t_v = 1 ms ... 20 s $^+$ 20 %, C = 0,27 μF



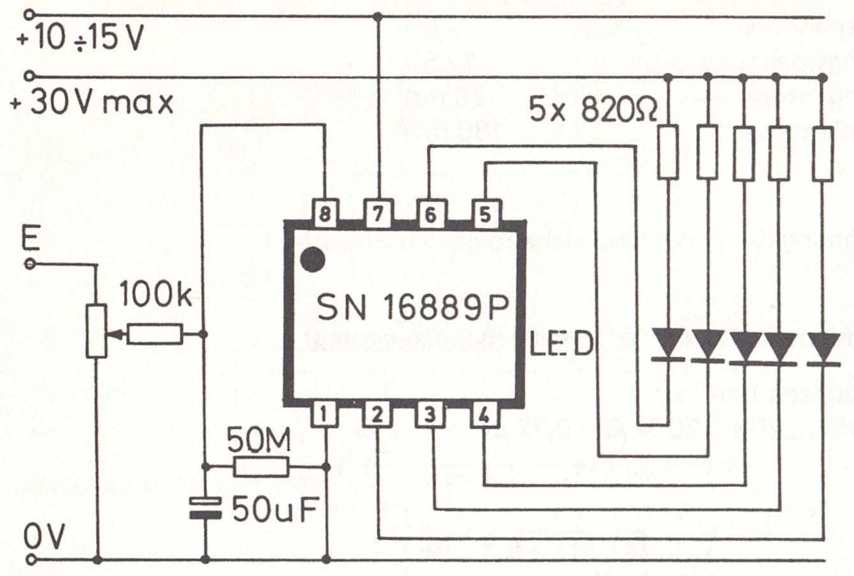
Empfohlene Schaltung für Verschlußzeitsteuerung mit Selbstauslöser:



1) Höchster Wert des Fotowiderstandes R_G = 70 MΩ

2) Spulenwiderstand R_S = 64...114 Ω
Spuleninduktivität $L_S \leq$ 180 mH (bei angezogenem Anker)

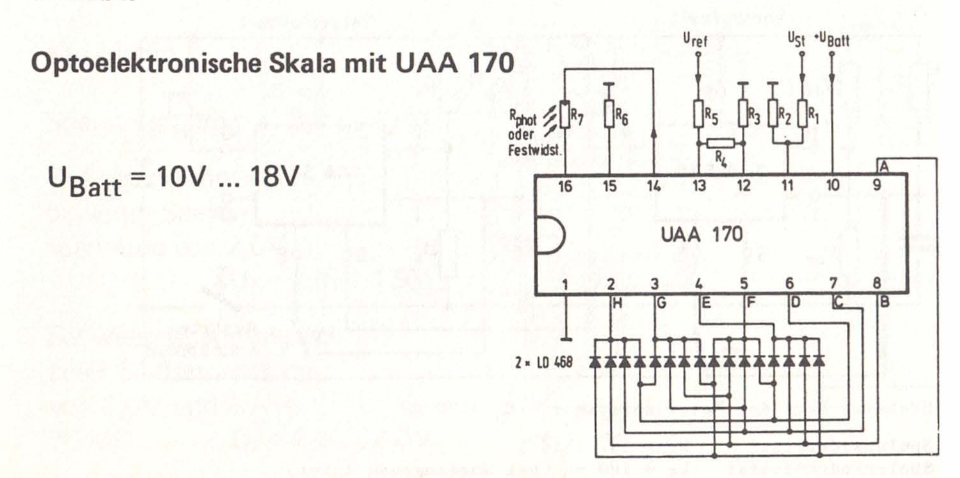
Fünfstufiger Pegelschalter mit dem integrierten Baustein SN 16889 P



Ist die Eingangsspannung E größer als 1V leichten alle Dioden. Sinkt die Spannung am Eingang E ab, so erlischt in Intervallen zu je 200 mV eine Leuchtdiode. Bei Eingangsspannungen kleiner 200 mV, beginnt die letzte Leuchtdiode zu blinken.
Als Leuchtdioden werden fünf Stück TIL 209A verwendet. Die Betriebsspannung für den integrierten Schaltkreis kann zwischen 10 V und 15 V liegen. Für die Ausgänge ist eine maximale Spannung von 30V erlaubt.

Optoelektronische Skala mit UAA 170

U_{Batt} = 10V ... 18V



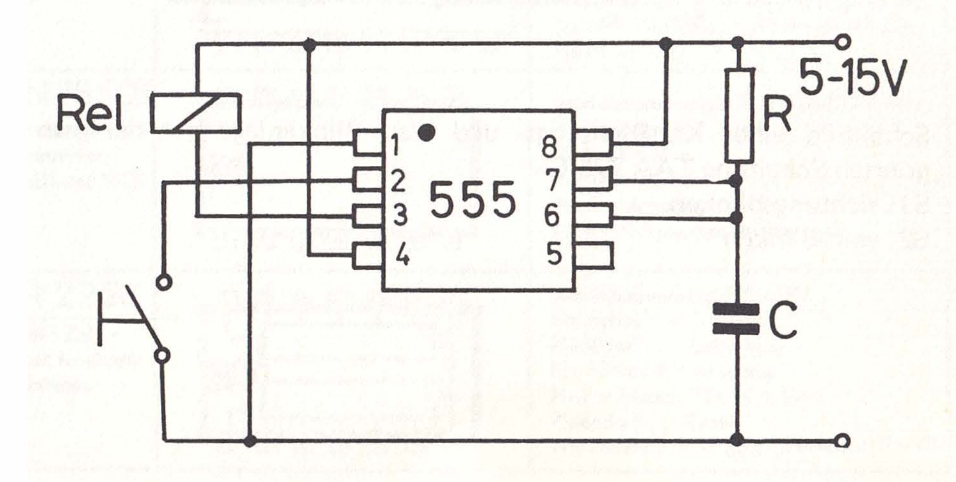
Zeitgeber VCO Oszilatoren

1. Allgemeines

Aus dem großen Angebot von "Timer-Schaltungen", Impulsgeneratoren und VCO s haben wir wieder nur einige Typen herausgegriffen und in einer Zusammenstellung aufgelistet.

2. Anwendungsbeispiele

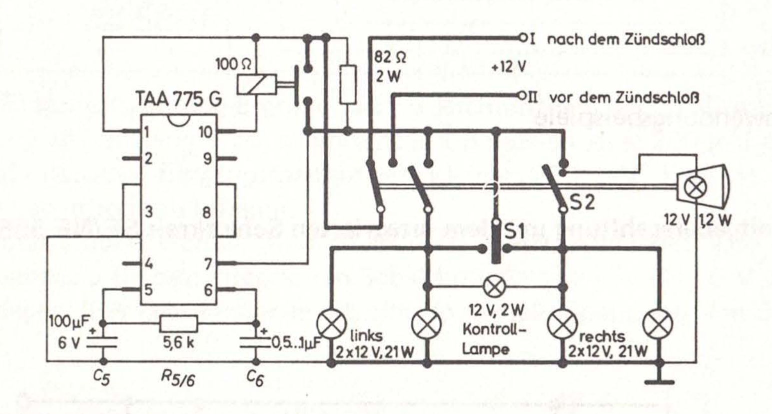
2.1 Zeitgeberscahltung mit dem integrierten Schaltkreis SE/NE 555



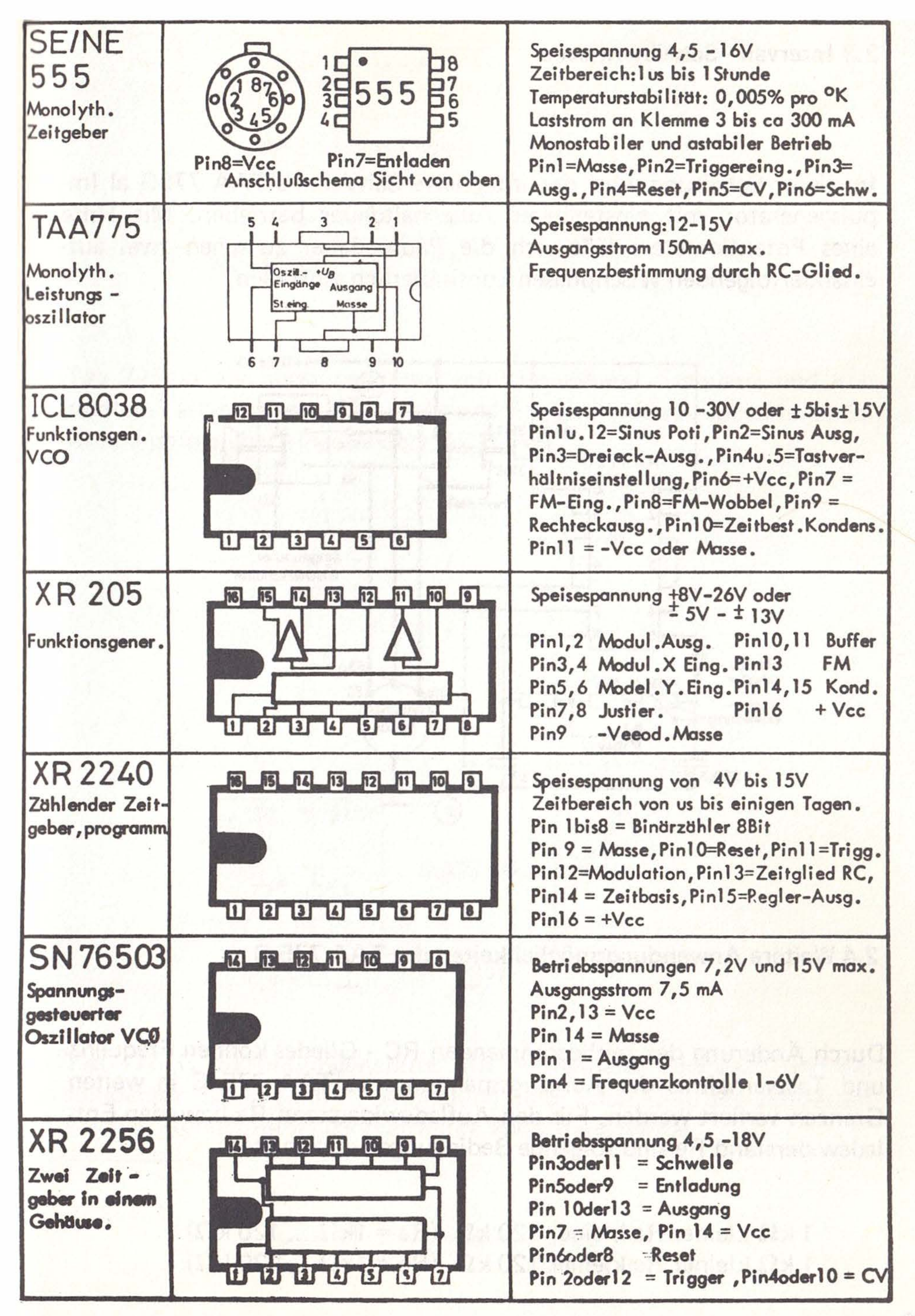
Schaltet man die Betriebsspannung ein, zieht das Relais an. Drückt man dann die Taste fällt das Relais ab und schaltet dann entsprechend den RC Werten von selbst wieder ein. Anwendungen: Fototimer, Verzögerungsschaltungen, monostabiler Multivibrator, Frequenzteiler u.v.a. mehr.

Zeitbereich 1 us bis 1 Stunde. Betriebsspannungsbereich: 5-15V. Temperaturstabilitiät 0.005% ^{O}K.

2.2 Fahrtrichtungs- und Warnbilinkanlage mit TAA 775 G



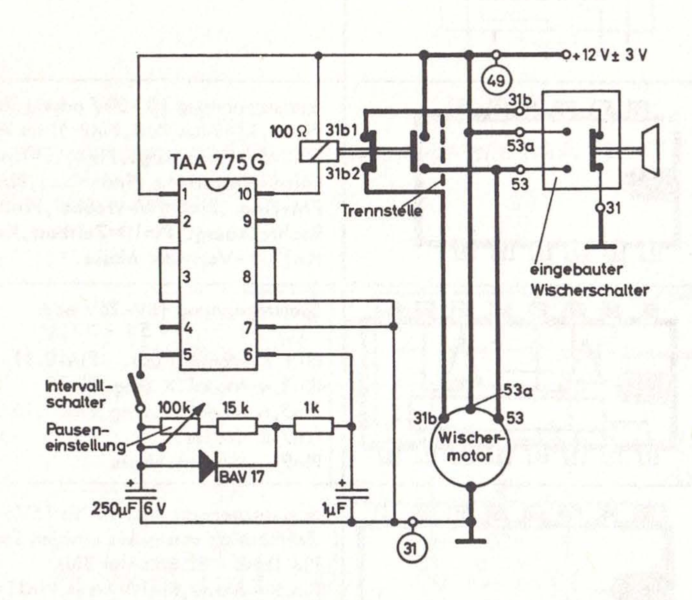
Schaltbild einer Kfz-Richtungs- und Warn-Blinkanlage mit der integrierten Schaltung TAA 775 G
S1: richtungsblinken
S2: warnblinken



SE/NE 555 Monolyth. Zeitgeber	Pin8=Vcc Pin7=Entladen Anschlußschema Sicht von oben	Speisespannung 4,5 - 16V Zeitbereich: 1us bis 1 Stunde Temperaturstabilität: 0,005% pro °K Laststrom an Klemme 3 bis ca 300 mA Monostabiler und astabiler Betrieb Pin1=Masse, Pin2=Triggereing., Pin3=Ausg., Pin4=Reset, Pin5=CV, Pin6=Schw.
TAA775 Monolyth. Leistungs - oszillator	Oszill.- Eingänge $+U_B$ Ausgang St.eing. Masse	Speisespannung: 12-15V Ausgangsstrom 150mA max. Frequenzbestimmung durch RC-Glied.
ICL8038 Funktionsgen. VCO		Speisespannung 10 -30V oder ±5bis±15V Pin1u.12=Sinus Poti, Pin2=Sinus Ausg, Pin3=Dreieck-Ausg., Pin4u.5=Tastverhältniseinstellung, Pin6=+Vcc, Pin7 = FM-Eing., Pin8=FM-Wobbel, Pin9 = Rechteckausg., Pin10=Zeitbest.Kondens. Pin11 = -Vcc oder Masse.
XR 205 Funktionsgener.		Speisespannung +8V-26V oder ± 5V - ± 13V Pin1,2 Modul.Ausg. Pin10,11 Buffer Pin3,4 Modul.X Eing. Pin13 FM Pin5,6 Model.Y.Eing. Pin14,15 Kond. Pin7,8 Justier. Pin16 + Vcc Pin9 -Veeod.Masse
XR 2240 Zählender Zeitgeber, programm.		Speisespannung von 4V bis 15V Zeitbereich von us bis einigen Tagen. Pin 1bis8 = Binärzähler 8Bit Pin 9 = Masse, Pin10=Reset, Pin11=Trigg. Pin12=Modulation, Pin13=Zeitglied RC, Pin14 = Zeitbasis, Pin15=Regler-Ausg. Pin16 = +Vcc
SN 76503 Spannungs-gesteuerter Oszillator VCØ		Betriebsspannungen 7,2V und 15V max. Ausgangsstrom 7,5 mA Pin2,13 = Vcc Pin 14 = Masse Pin 1 = Ausgang Pin4 = Frequenzkontrolle 1-6V
XR 2256 Zwei Zeitgeber in einem Gehäuse.		Betriebsspannung 4,5 -18V Pin3oder11 = Schwelle Pin5oder9 = Entladung Pin 10der13 = Ausgang Pin7 = Masse, Pin 14 = Vcc Pin6oder8 = Reset Pin 2oder12 = Trigger , Pin4oder10 = CV

2.3 Intervall - Scheibenwischer

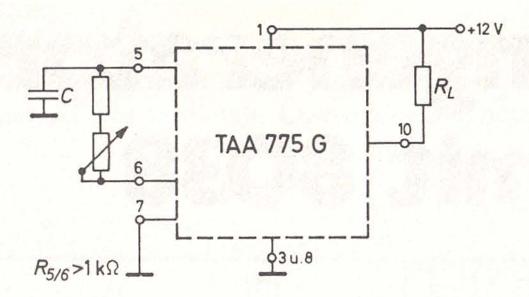
In dieser Schaltung wird der integrierte Schaltkreis TAA 775G al Impulsgenerator mit einstellbarer Ausschaltdauer betrieben. Mit Hilfe eines Potentiometers läßt sich die Pausendauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wischphasen kontinuierlich einstellen.



2.4 Weitere Anwendungsmöglichkeiten des TAA 775 G

Durch Änderung des zeitbestimmenden RC - Gliedes können Frequenz und Tastverhältnis der Ausgangsspannung des TAA 775 G in weiten Grenzen variiert werden. Für den Aufladewiderstand Ra bzw. den Entladewiderstand Re sind folgende Bedingungen einzuhalten:

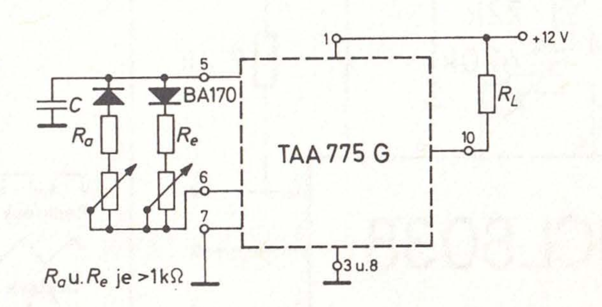
1 kΩ kleiner Ra kleiner 120 kΩ (Ra = 1kΩ ... 120 kΩ)
1 kΩ kleiner Re kleiner 120 kΩ (Re = 1kΩ ... 120 kΩ)



Taa 775 G als Impulsgenerator mit einstellbarer Frequenz und konstanten Tastverhältnis. Aufladung und Entladung des zeitbestimmenden Kondensators über einen Widerstand.

$$T = 1/f_o = \frac{R \cdot C}{800}\ \text{sek} \qquad R \text{ in k}\Omega \quad C \text{ in }\mu\text{F}$$

$$t_{ein} = 0{,}45\ T$$
$$t_{aus} = 0{,}55\ T$$



Taa 775 G als Impulsgenerator mit einstellbarer Frequenz und einstellbarem Tastverhältnis. Aufladung und Entladung des zeitbestimmenden Kondensators übergetrennte Widerstandzweige.

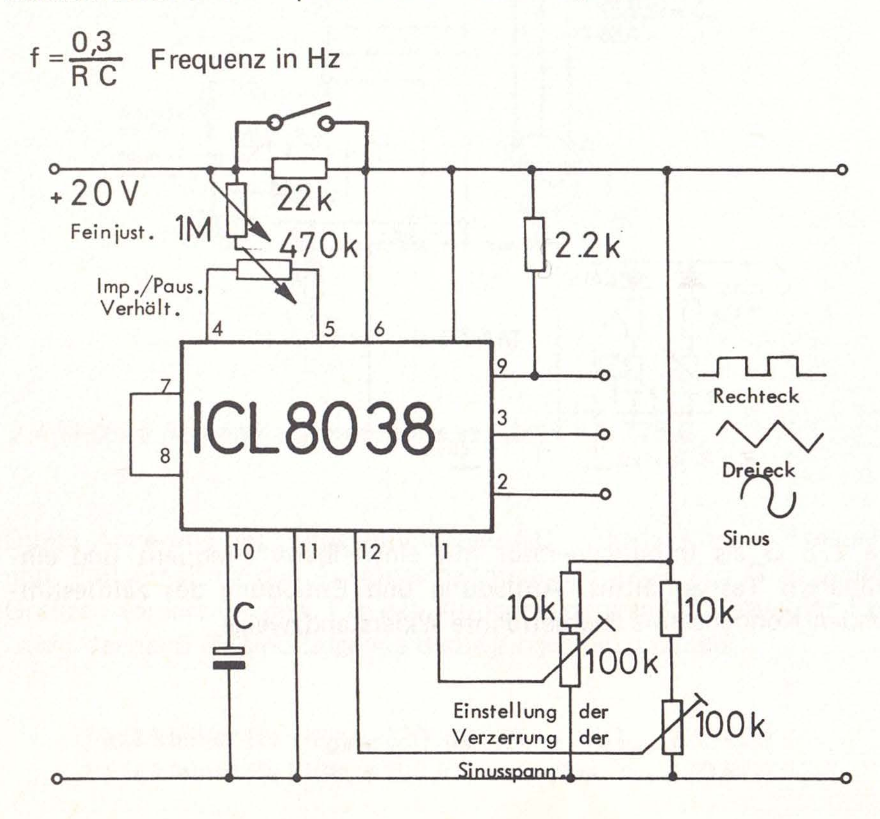
$$t_{ein} = 0{,}7 \cdot C \cdot R_e\ \text{msek} \qquad R \text{ in k}\Omega$$
$$t_{aus} = C \cdot R_a\ \text{msek} \qquad C \text{ in }\mu\text{F}$$

Tongenerator mit 8038

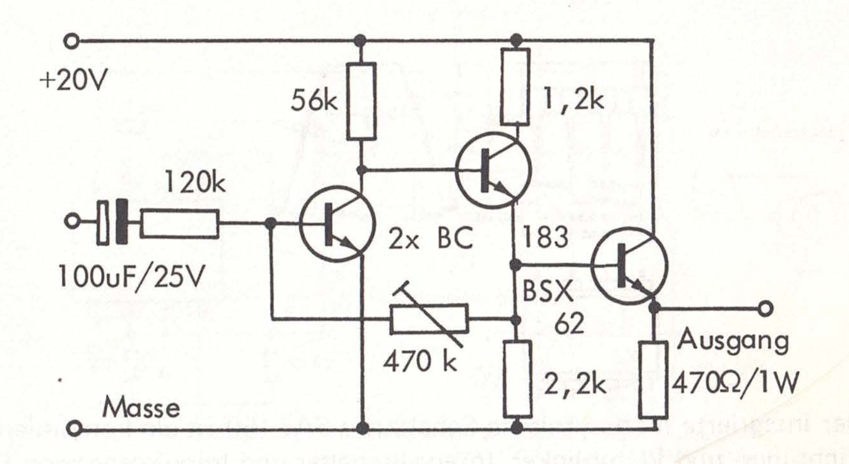
2.5 Tongenerator mit ICL 8038

Mit diesem monolythischen Funktionsgenerator läßt sich leicht ein Prüfgenerator für NR-Verstärker aufbauen. Der Frequenzbereich reicht von 0,1Hz bis 25 kHz bei Kondensatoren C von 2,2uF bis 15 pF. Grundsätzlich sind Frequenzen bis 1 MHz möglich.

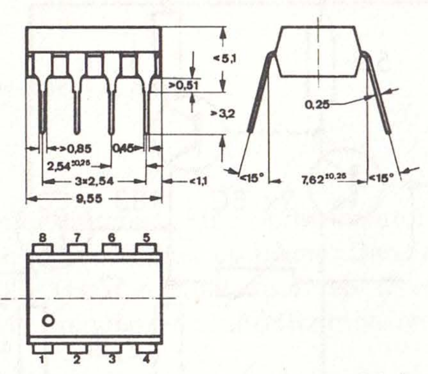
$$f = \frac{0,3}{R\,C}$$ Frequenz in Hz



Das Bild die gesamte Schaltung des Funktionsgenerators. Um ihn in der Praxis verwenden zu können, ist es erforderlich einen NF-Verstärker nachzuschalten. Der minimale Lastwiderstand beträgt dann ca. 100 - 200 Ω.



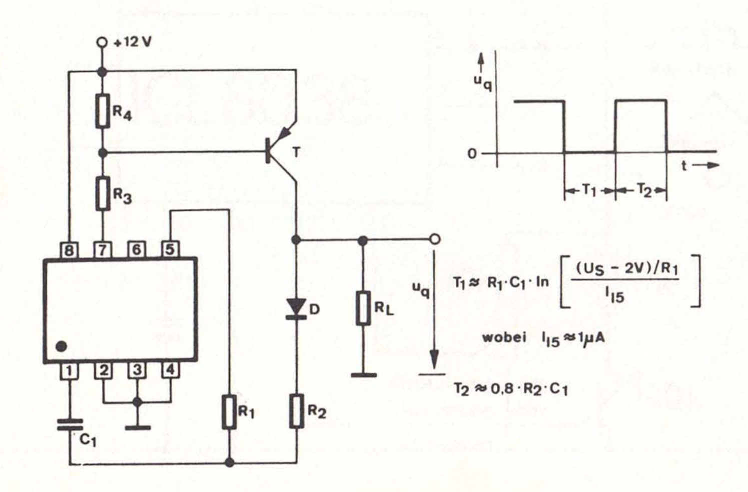
IC für die KFZ Elektronik



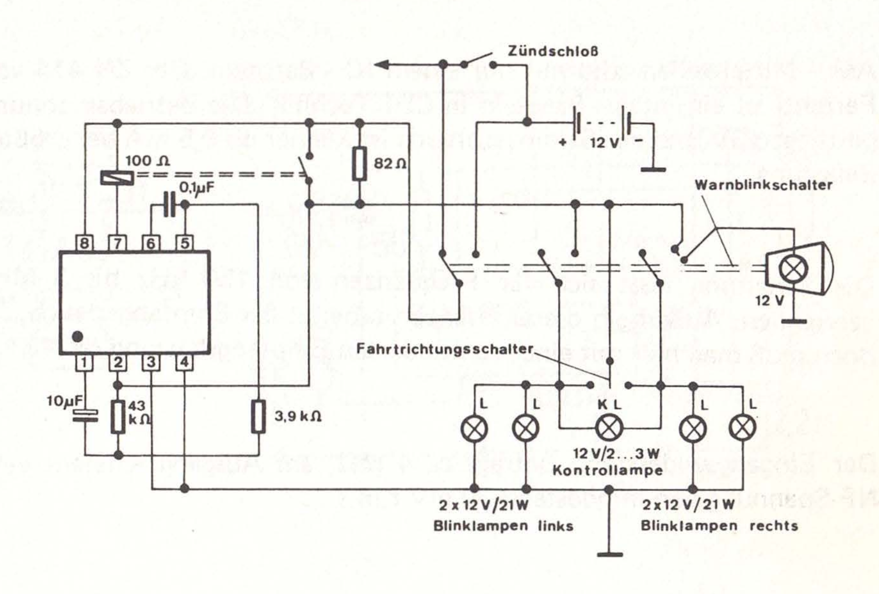
Der integrierte monolythische Schaltkreis SAJ 150 ist ein kombinierter Richtungs- und Warnblinker, Intervallschalter und Impulsgenerator. Die Ein- und Ausschaltzeiten sind einstellbar.

Speisespannung 12V, maximal 20V Relais könen direkt angesteuert werden. Ausgangsstrom maximal 150 mA

KFZ Fahrtrichtungs- und Warnblinkschaltung



Zeitgeberschaltung mit unabhängig voneinander einstellbaren Ein- und Ausschaltzeiten



Die Werte von R3, R4 und R_L werden vom Transistor T bestimmt. R3 sollte nicht kleiner als 100 Ω sein. Alle anderen Widerstände und der Kondensator können nach der angegebenen Formel berechnet werden.

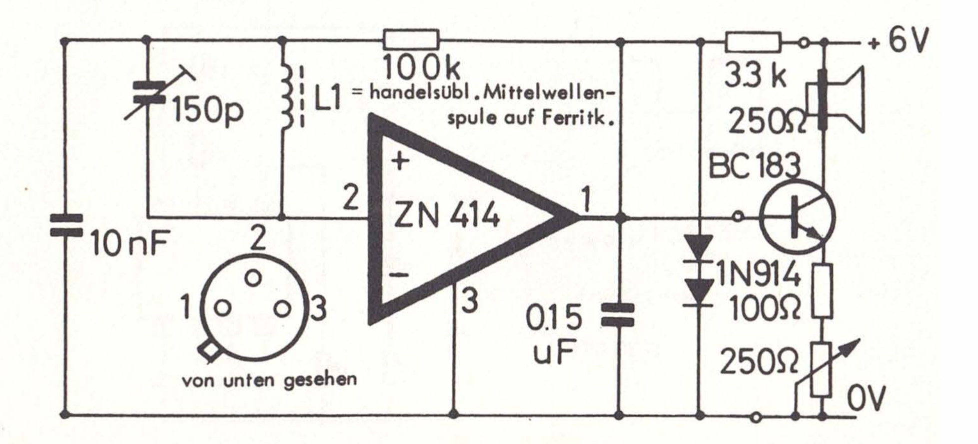
IC MW Radio

AM - Mittelwellenradio mit nur einem IC - Baustein. Der ZN 414 von Ferranti ist ein integr. Baustein in CDI Technik. Die Betriebsspannung beträngt +3V und der Stromverbrauch ist kleiner als 0,5 mA bei größter Belastung.

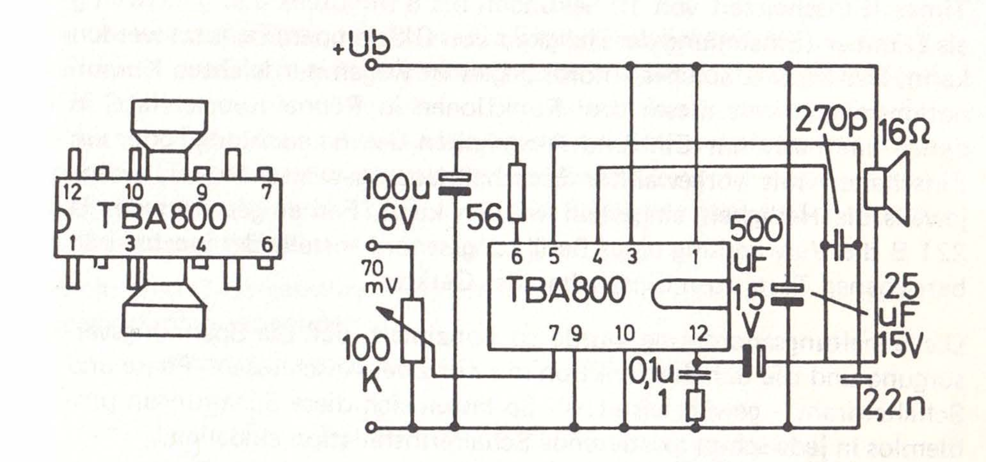
Die Schaltung lässt sich für Frequenzen von 150 kHz bis 3 MHz verwenden. Außerhalb dieser Grenzen arbeitet der Empfänger auch. Jedoch muß man hier mit einer verminderten Empfangsleistung rechnen.

Der Eingangswiderstand beträgt ca 4 MΩ, am Ausgang entsteht eine NF-Spannung von mindestend 30 mV r.m.s.

Die hier beschriebene Schaltung arbeitet über eine Stabilisierungsschaltung an 6V. Es ist möglich den Kopfhörer wegzulassen, und dafür einen NF-Verstärker nachzuschalten. Anstelle des 100 Ω Widerstandes setzt man einen 390 Ω Widerstand ein und zapft an der Emitterleitung von BC 183 an.



NF - Verstärker mit dem IC TBA 800. Betriebsspannung +6V (wie Empfänger)



Einsatz des U 221 B als kombinierter Schalter/Timer/Dimmer mit nur zwei Anschlüssen (Zweidrahtschalter)

Unter Verwendung der integrierten Schaltung U 221 B ist es möglich, eine Anordnung zu realisieren, die wahlweise als Schalter (ein/aus), Timer (Einschaltzeit von 10 Sekunden bis 8 Minuten) und gleichzeitig als Dimmer (Einstellung der Heligkeit von Glühlampen) benutzt werden kann. Der Einsatz solcher Anordnungen ist wegen der leichten Kombinationsmöglichkeit dieser drei Funktionen in Räumen vorteilhaft, in denen alternativ nur Ein- und Ausschalten der Beleuchtung, oder ein Einschalten mit vorgewählter Einschaltdauer gewünscht wird, wobei jeweils die Helligkeit eingestellt werden kann. Ferner gestattet der U 221 B die Verwendung eines Berührungssenors anstelle der mechanisch betriebenen Taste zum Einschalten des Gerätes.

Die Schaltungsanordnung wurde so konzipiert, daß die Spannungsversorgung und die Schalterfunktion mit nur zwei Anschlüssen - Phase und Schalterdraht - gewährleistet ist. So lassen sich diese Schaltungen problemlos in jede schon existierende Schalterinstallation einbauen.

Bei maximaler Helligkeit arbeitet die Schaltung mit einem Phasenanschnitt reicht einerseits aus, um die Schaltung mit Spannung zu versorgen, und führt andererseits nur zu vernachlässigbarem Helligkeitsverlust.

Um die genannten Bedingungen erfüllen zu können, wurde die in Bild 1 dargestellte Schaltung entwickelt. Darin besteht die Speicherschaltung aus dem Kondensator C1, den Transistoren T1 und T2, dem Potentiometer R9 sowie dem Widerstand R3, Nach Betätigung der Einschalttaste TA (schließen und wieder öffnen) wird der Kondensator C1 aufgeladen. Durch die Einstellung des Potentiometers R9 wird der Entladestrom und somit die Entladezeit des Kondensators C1 vorgegeben. Ist der Kondensator entladen, verlöscht der Triac. Die Einstellung der Helligkeit geschieht mit dem Potentiometer R8.

Ein Zeitglied, das über mehrere Minuten funktionieren soll, läßt sich bei diesem Einsatz praktisch nicht mit nur einem Kondensator und einem Widerstand realisieren. Da dazu größere Kapazitäten benötigt würden, wäre ein räumlich kleiner Schaltungaufbau - der in einer üblichen Schalterdose Platz finden muß - nicht möglich. Außerdem müßte der Kondensator einen sehr geringen Leckstrom aufweisen, um längere Einschaltzeiten zu ermöglichen. Kondensatoren mit großen Kapazi-

täten, die diese Forderung erfüllen, sind jedoch sehr teuer.

Die Einschaltaste läßt sich ohne großen Mehraufwand durch einen Berührungssensor ersetzen. Die Sensorfläche ist dann über zwei in Reihe geschaltete 4,7 M-Widerstände an Anschluß 7 des U 221 B anzuschließen (siehe auch Bild 2).

Für Anwendungsfälle, bei denen die Einstellmöglichkeit für die Helligkeit nicht gewünscht wird, vereinfacht sich die Schaltung entsprechend Bild 2. Darin wurde auch auf den Ein- Ausschalter verzichtet. Die Betätigung erfolgt über einen Berührungssensor. Sollen weitere sensorbetriebene Einschaltstellen verwendet werden, so sind diese über je eine integrierte Schaltung U 113 B an den in Bild 2 vermerkten Schaltungspunkt anzuschließen.

Der in Bild 3 dargestellte Platinenvorschlag läßt sich für beide Schaltungsvarianten verwenden.

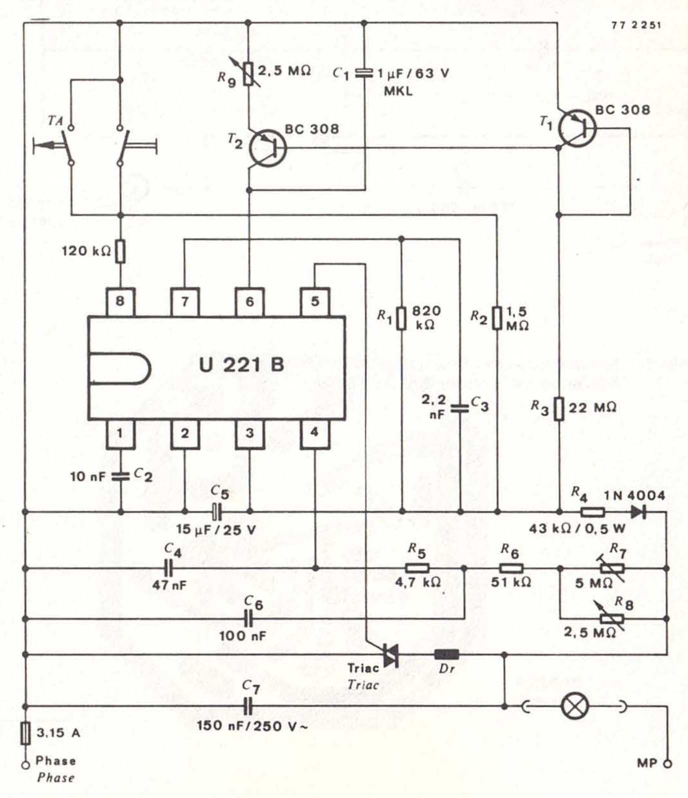


Fig. 1: Schalter mit Timer und Dimmer
Switch with timer and dimmer

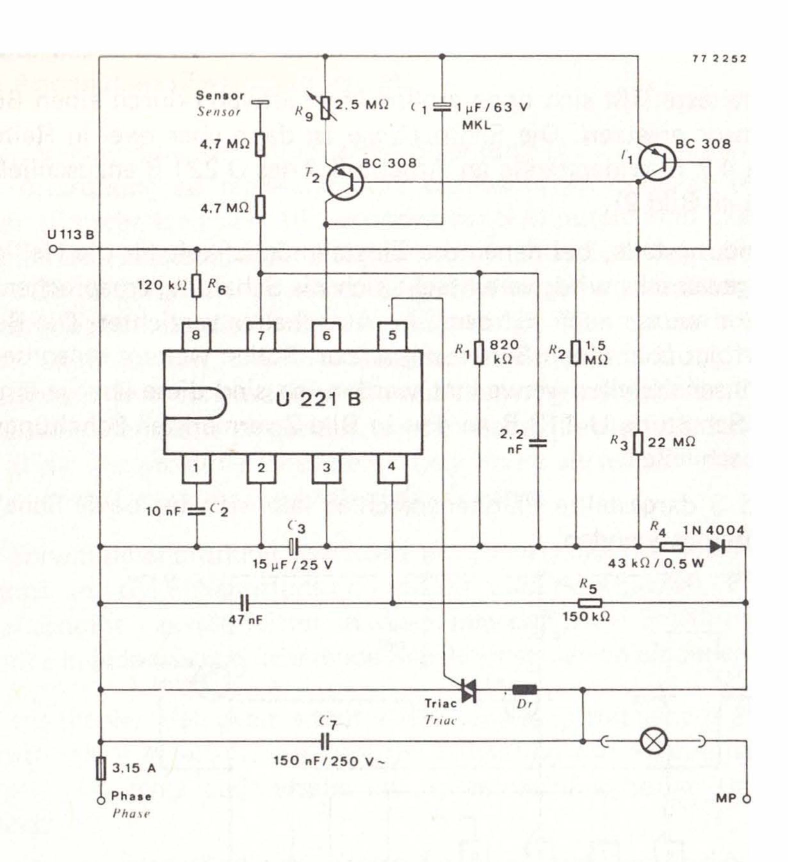


Fig. 2: Sensorgesteuerter Timer (ohne Dimmer)
Sensor-controlled timer (without dimmer)

Phase
Phase

Last
Load

R_8

R_7

51 kΩ

3,15 A

150 nF

Triac / *Triac*

H_1 H_2 G

43 kΩ

22 MΩ

820 kΩ

T_1

1 8

10 nF

U 221 B

2,2 nF

R_9

15 µF

4 5

T_2

1 µF MKL

47 nF

1,5 MΩ

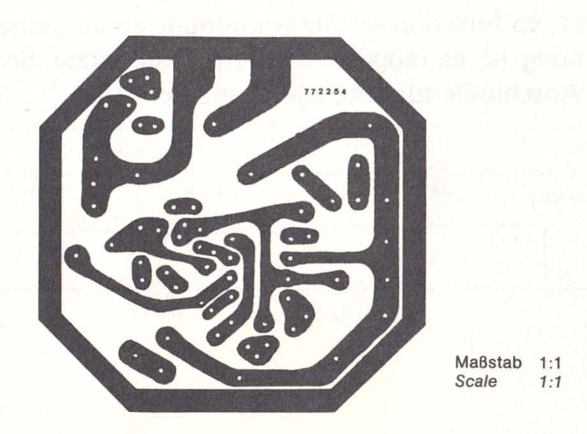
4,7 kΩ

TA

100 nF

Maßstab ca. 2:1
Scale approx 2:1

Fig. 3: Platinenvorschlag
Suggested circuit board



Maßstab 1:1
Scale 1:1

Fig. 4: Bestückungsplan für Platine
Component diagram of circuit board

Treppenlichtsteuerung mit U 221 B als Nullspannungsschalter

In der Nr. 4/78 des Halbleiter-Informationsdienstes werden Timer-Schaltungen vorgeschlagen, die als "Zweidrahtschalter" mit nur zwei Anschlüssen sowohl die Spannungsversorgung der Schaltung als auch die Schalterfunktion ermöglichen. Diese Schaltungen benötigen im Laststrompfad des Triacs eine Entstördrossel. Wird die Schaltung jedoch so ausgelegt, daß sie als Nullspannungsschalter arbeitet, kann die Entstördrossel entfallen. Es ist dann aber ein dritter Anschluß erforderlich (Phase, Schalterdraht und MP), was bei einem Einsatz als Treppenlichtschalter im allgemeinen jedoch nicht hinderlich ist. Bild 1 zeigt eine solche Schaltungsanordnung unter Verwendung der integrierten Schaltung U 221 B.

Bei Betätigung der Einschalttaste am Anschluß 8 des U 221 B wird ein Zeitglied über Anschluß 6 aufgeladen. Der Triac wird nun so lange durchgesteuert, bis sich der Kondansator C entladen hat. Mit dem Potentiometer P läßt sich die Entladezeit zwischen ca. 10 Sekunden und 8 Minuten einstellen. Wird anstelle der Taste an Anschluß 8 ein Schalter benutzt, so funktioniert die Anordnung als statischer Schalter. Zur Fernbedienung ist es möglich, mehrere Tasten bzw. Schalter über entsprechende Anschlußleitungen parallel anzuschließen.

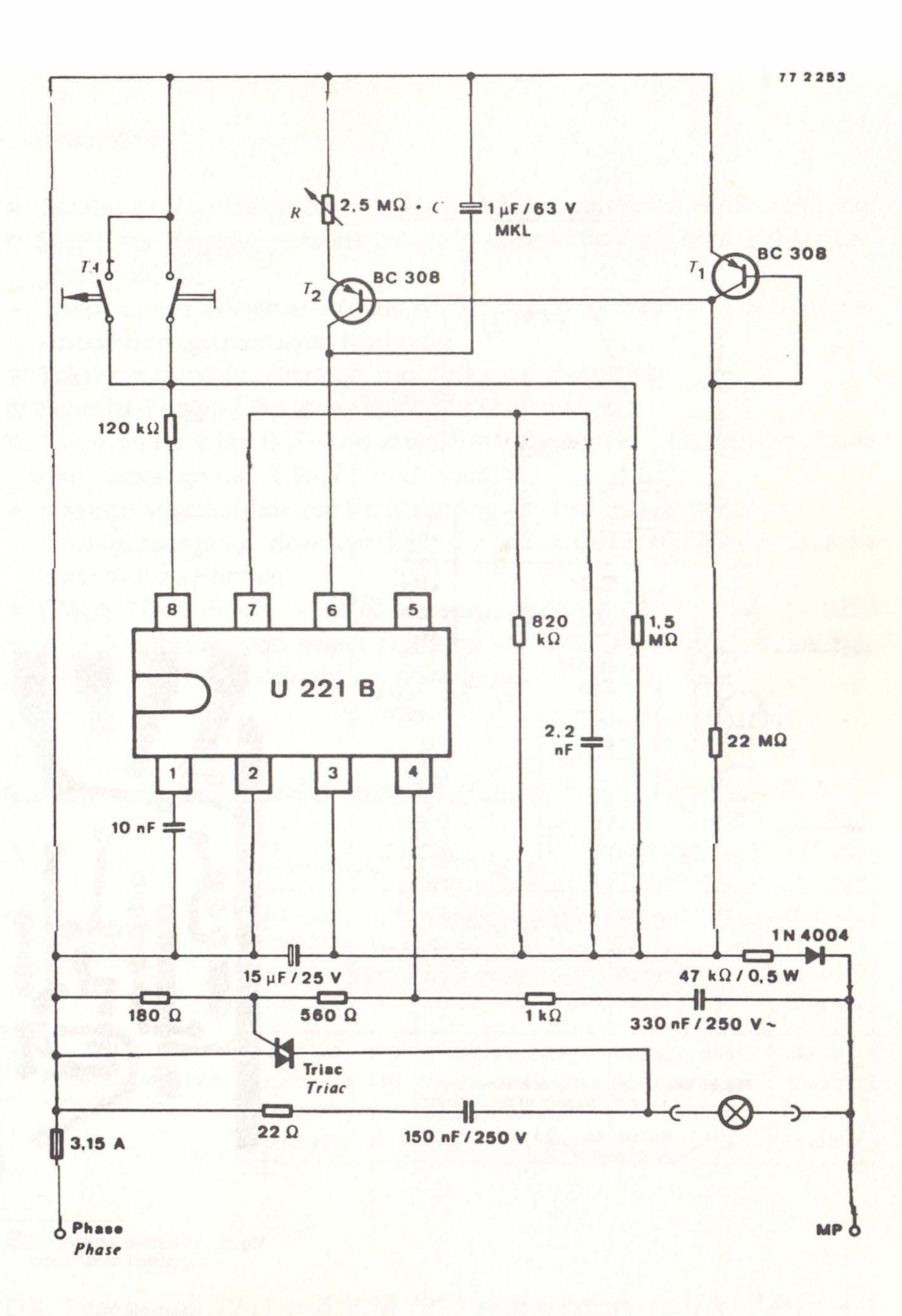


Fig. 1: Schaltbild der Treppenlichtsteuerung
Circuit diagram for staircase light control

Fig. 3: Bestückungsplan der Platine
Component diagram of circuit board

Maßstab ca. 2:1
Scale approx 2:1

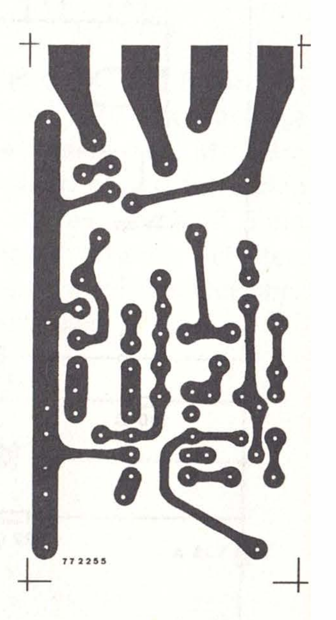


Fig. 2: Platinenvorschlag
Suggested circuit board

Maßstab 1:1
Scale 1:1

Intersil ICM 7217, ICM 7227

Eigenschaften

- Setzbarer Vier-Dekaden-Auf/Abzähler mit paralleler Nullerkennung.
- Setzbares Register, dessen Inhalt kontinuierlich mit dem Zähler verglichen wird.
- Treibt direkt 7-Segment Anzeigen im Multiplex-Betrieb (Gemeinsame Anode oder gemeinsame Kathode).
- Takterzeugung für Anzeigenmultiplex auf dem Chip.
- Schmitt-Trigger Charakteristik des Zähleingangs.
- TTL-kompatibles BCD-kodiertes Ein/Ausgangstor, Übertragsausgang und Ausgänge für "Gleich" und "Null".
- Anzeige ausschaltbar zur Reduzierung der Verlustleistung.
- Anzeigenausgänge deaktivierbar, um die Anzeige für andere Zwecke benutzen zu können.
- CMOS-Technologie - eine Versorgungsspannung (+ 5V $\pm$ 10%)
- Alle Anschlüsse sind gegen statische Aufladung geschützt, keine speziellen Vorsichtsmaßnahmen notwendig.

Verschiedene Typen und Bestellbezeichnung

	Bezeichnung	Anzeige	Count Option Max Count	28-LEAD Package
Festverdrahtete Versionen	ICM7217 IJI	Common Anode	Decade/9999	CERDIP
	ICM7217A IPI	Common Cathode	Decade/9999	PLASTIC
	ICM7217B IJI	Common Anode	Timer/5959	CERDIP
	ICM7217C IPI	Common Cathode	Timer/5959	PLASTIC
Prozessorgesteuerte Versionen	ICM7227 IJI	Common Anode	Decade/9999	CERDIP
	ICM7227A IPI	Common Cathode	Decade/9999	PLASTIC
	ICM7227B IJI	Common Anode	Timer/5959	CERDIP
	ICM7227C IPJ	Common Cathode	Timer/5959	PLASTIC

Beschreibung

Die Typen ICM 7217 und ICM 7227 sind setzbare Auf/Ab-Zähler mit vier Dekaden.

Der Inhalt eines auf dem Chip befindlichen setzbaren Registers wird kontinuierlich mit dem Zähler verglichen.

Der Typ ICM 7217 ist für Anwendungen mit fester Verdrahtung entwickelt, wobei "Digi"-Schalter zum Laden der Daten und einfache Schalter (SPDT) für die Steuerung verwendet werden.

Der ICM 7227 ist für prozessorgesteuerte Anwendungen gedacht, in denen das Setzen und die Steuerfunktionen von einem Mikroprozessor oder Rechner wahrgenommen werden.

Die Schaltkreise besitzen die Ansteuermöglichkeit für gemultiplexe 7-Segment Anzeigen. Es sind Versionen für gemeinsame Anode und gemeinsame Kathode verfügbar.

Die Ziffern- und Segmenttreiber sind so ausgelegt, daß sie direkt Anzeigen bis zu einer Größe von 25 mm mit einem Tastverhältnis von 25% treiben können.

Die Frequenz des internen Multiplex-Oszillators kann über einen externen Kondensator eingestellt werden. Ohne externen Kondensator liegt die Frequenz dieses Oszillators bei ca. 10 kHZ. Voreilende Nullen werden unterdrückt. Die Anzeigentreiberschaltung kann deaktiviert werden, so daß die Anzeige für andere Zwecke benutzt werden kann.

Die an den Segment- und BCD-Ausgängen erscheinenden Daten werden zwischengespeichert, der Inhalt des Zählers wird durch externe Steuerung (STORE-Anschluß) in diese Zwischenspeicher übernommen. Die Typen ICM 7217/7227 (Gemeinsame Anode) und ICM 7217 A/7227 A (Gemeinsame Kathode) sind dekadische Zähler (Maximaler Zählerstand: 9999), während die Typen ICM 7217 B/7227 B (Gemeinsame Anode) bzw. ICM 7217/7227 C (Gemeinsame Kathode) für Uhrenanwendungen (Maximaler Zählerstand 5959) ausgelegt sind.

Diese Schaltkreise besitzen 3 wesentliche Ausgänge:

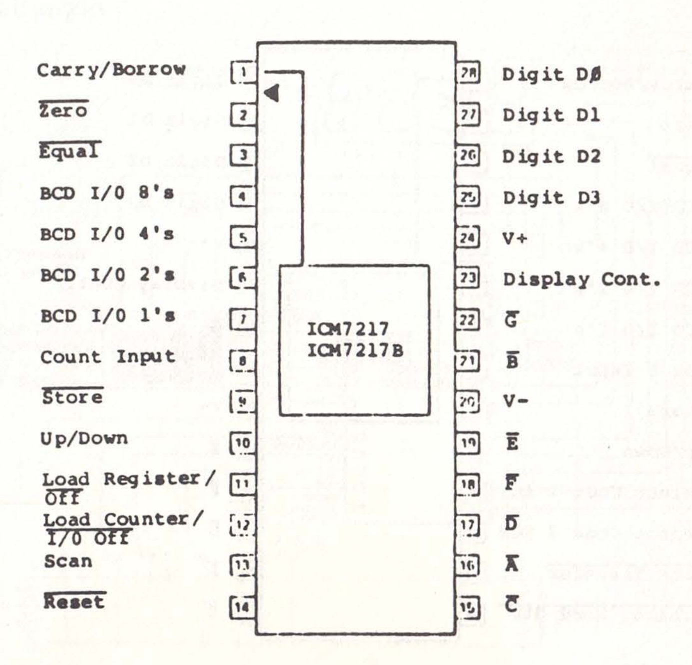
- Einen Übertragausgang (Carry/Borrow) für direkte Kaskadierung der Zähler.
- Einen "Null-Ausgang, der den Zählerstand "0" anzeigt.
- Einen "Gleich-Ausgang, der anzeigt, daß der Zählerstand mit dem Inhalt des Registers übereinstimmt.

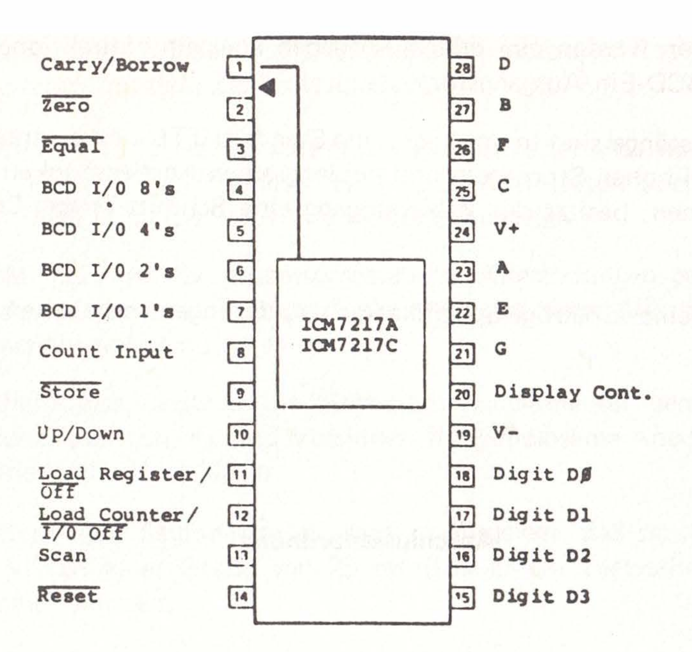
Die Daten werden ein- oder ausgegeben über ein bidirektionales "Tri-State"-BCD-Ein/Ausgangstor.

Alle Ausgänge sind in der Lage, eine Standard-TTL-Last zu treiben. Um auch bei hohen Störpegeln und bei langsamen Anstiegsflanken arbeiten zu können, besitzt der Zählereingang eine Schmitt-Trigger-Charakteristik.

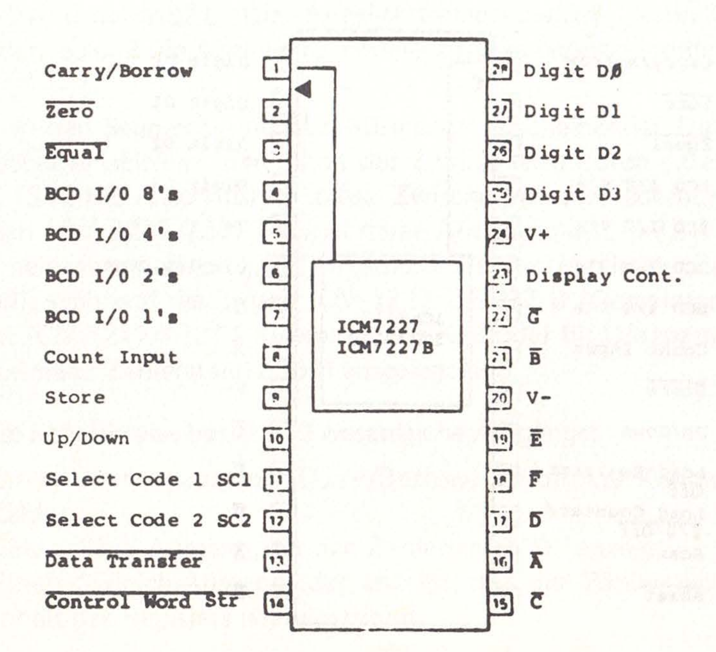
Dies ist eine vorläufige Spezifikation - Änderungen vorbehalten

Anschlussanordnung

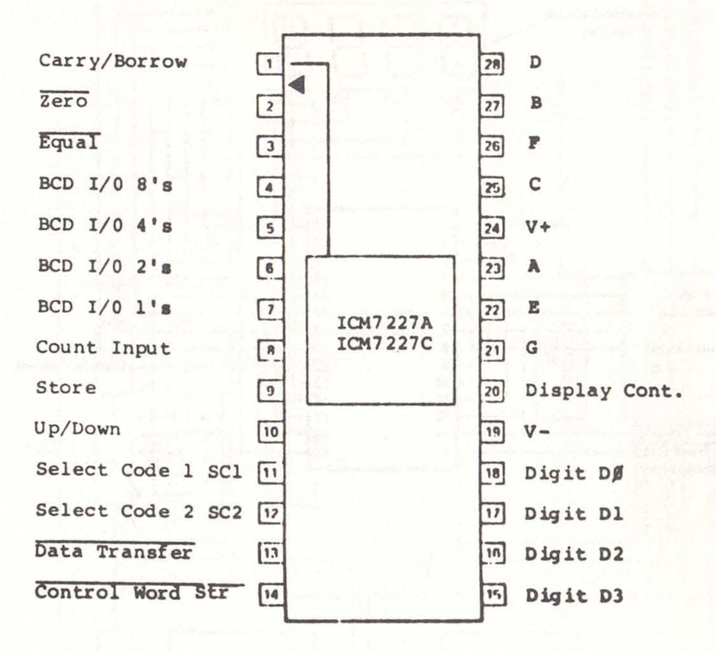




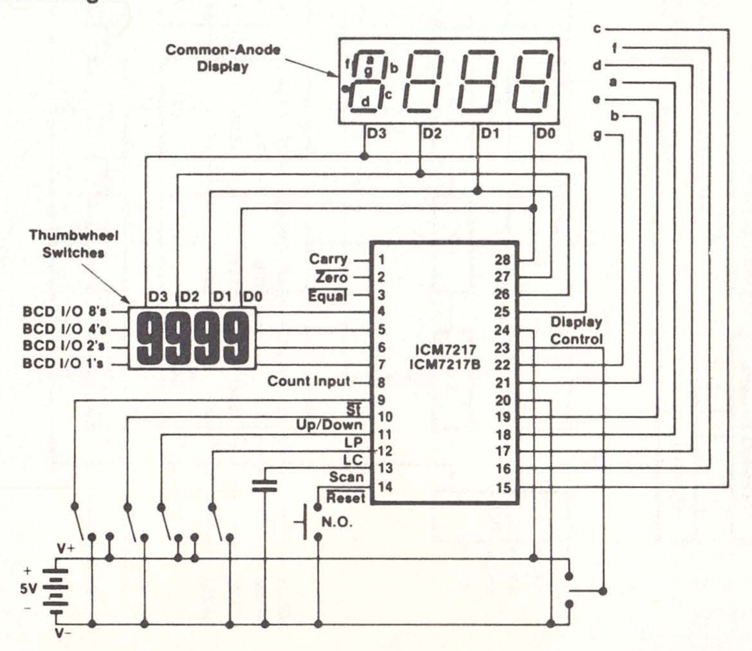
Gemeinsame Anode

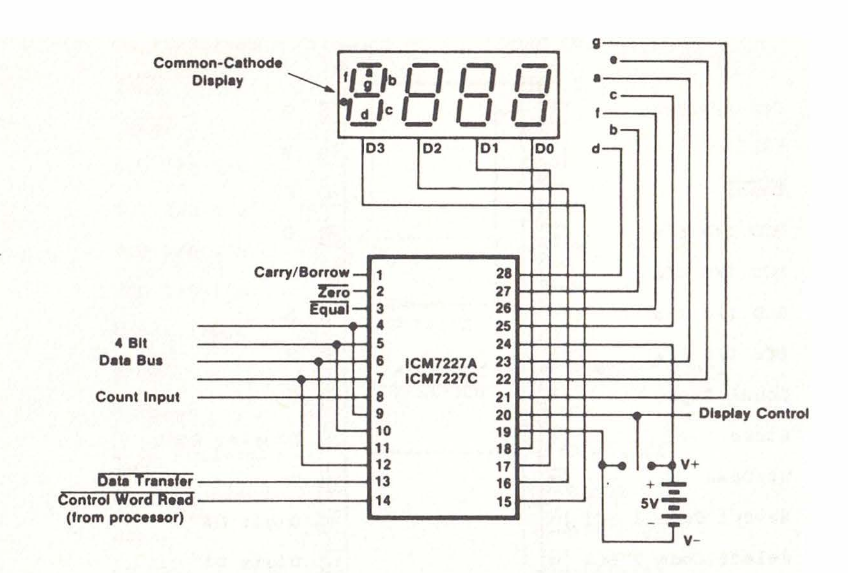


Gemeinsame Kathode



Testschaltungen




Common-Cathode
Display
a
f
g
b
e
d
c
D3
D2
D1
D0
g
e
a
c
f
b
d
Carry/Borrow
Zero
Equal
4 Bit
Data Bus
Count Input
Data Transfer
Control Word Read
(from processor)
ICM7227A
ICM7227C
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
Display Control
V+
+
5V
−
V−

Blockschaltbild des ICM 7217

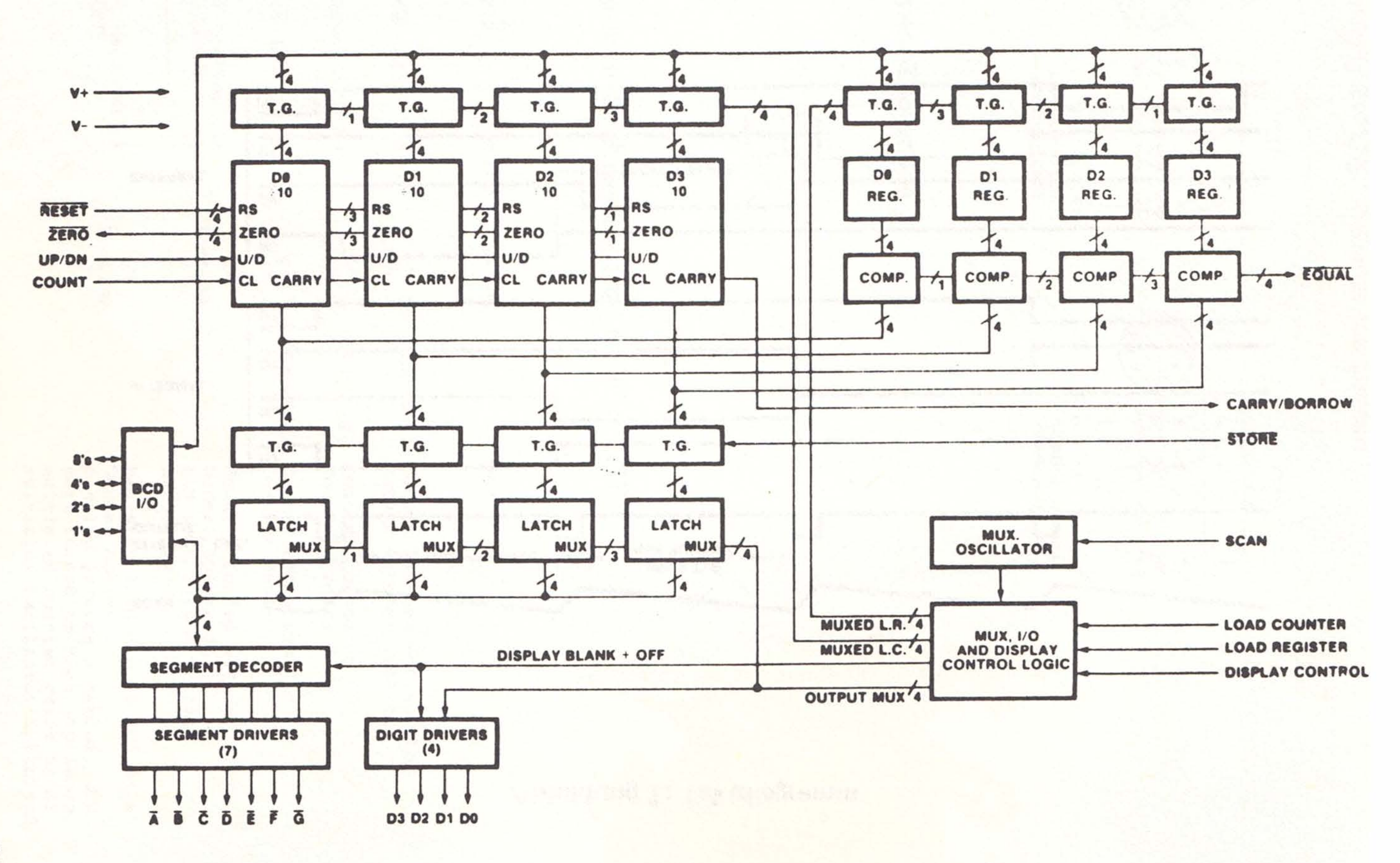


Abbildung 1: Taktdiagramm

SCAN

INTERNAL OSC.
OUTPUT

5μS TYP. FREE-RUNNING

100μS TYP
FREE RUNNING

INTERNAL

D3

D2

D1

D0

EXTERNAL

D3

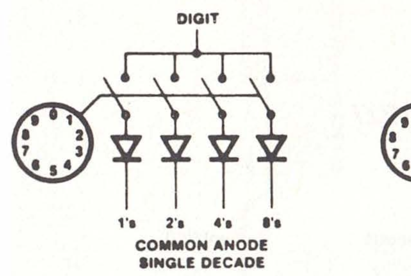
D2

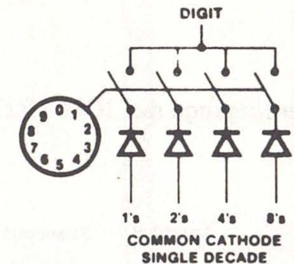
D1

D0

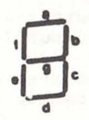
INTERDIGIT BLANK

Abbildung 2: "Digi"-Schalter mit Dioden





Segment-Zuordnung



Definition der Steuereingänge des ICM 7217

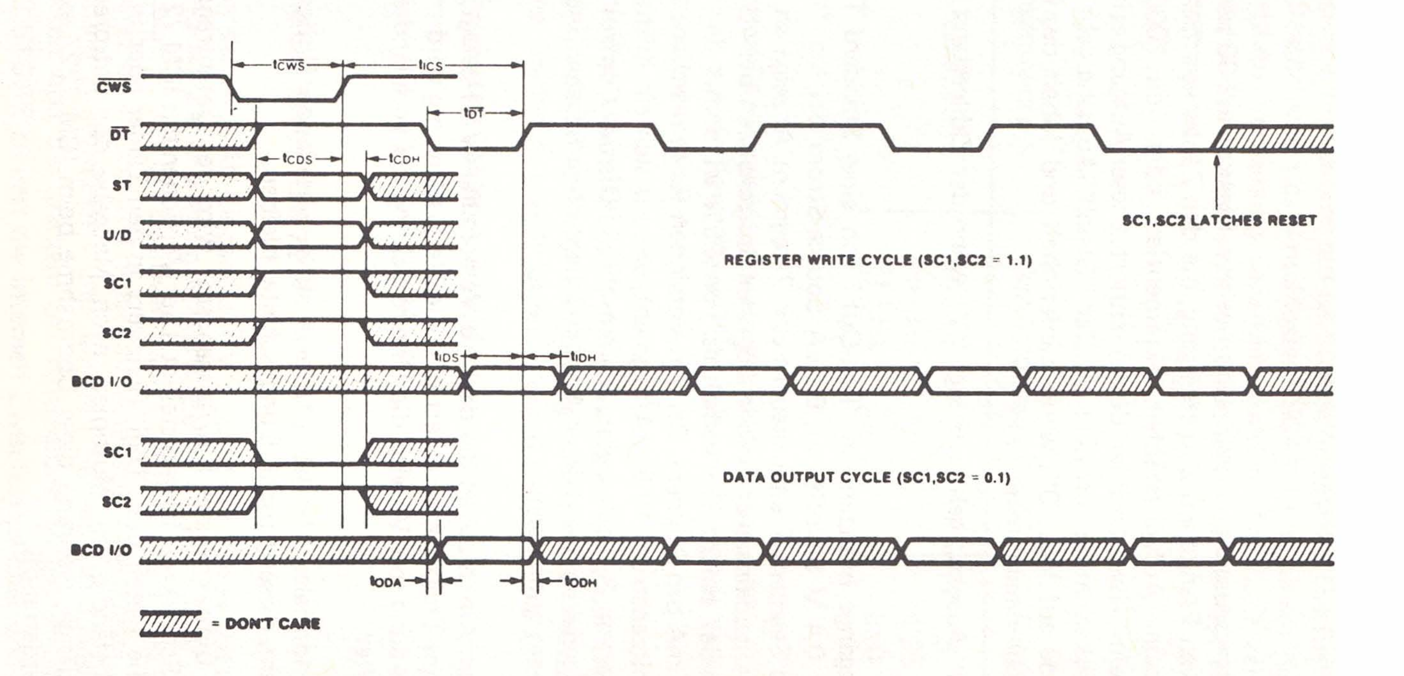
Eingang	Anschluß	Spannung	Funktion
$\overline{\text{Store}}$ ($\overline{\text{ST}}$)	9	V^+ (or floating) V^-	Output latches not updated Output latches updated
Up/Down (U/D)	10	V^+ (or floating) V^-	Counter counts up Counter counts down
$\overline{\text{Reset}}$ ($\overline{\text{RS}}$)	14	V^+ (or floating) V^-	Normal Operation Counter Reset
Load Counter LC/$\overline{\text{I/O OFF}}$	12	V^+ Floating V^-	Counter loaded with BCD data Normal operation BCD port forced to high impedance
Load Register LR/$\overline{\text{OFF}}$	11	V^+ Floating V^-	Register loaded with BCD data Normal operation Display drivers disabled, BCD port forced to high impedance, multiplex counter reset to D3, multiplex oscillator inhibited

Display Control (DC)	23 Common Anode 20 Common Cathode	V^+ Floating V^-	Segment drivers disabled Normal operation Leading zero blanking inhibited

Definition der Steuereingänge des ICM 7227

Eingang	Anschluß	Spannung	Funktion
$\overline{\text{Data Transfer}}$ ($\overline{\text{DT}}$)	13	V^+ V^-	Normal Operation Pulsed to V^- causes transf of data as directed by select code
Control Word Port: Store (ST)	9	V^+ V^- (During $\overline{\text{CWS}}$ Pulse)	Output latches updated Output latches not updated
" Up/Down (U/D)	10	V^+ V^- (During $\overline{\text{CWS}}$ Pulse)	Counter counts up Counter counts down
" Select Code Bit 1 (SC1)	11	$V^+=1$ (During $\overline{\text{CWS}}$ Pulse)	SC1, SC2, 00 Change St and/or U/D latches. No data transfer 01 Output latch data to b output 10 Counter to be preset 11 Register to be preset
" Select Code Bit 2 (SC2)	12	$V^-=0$	
$\overline{\text{Control Word Strobe}}$ ($\overline{\text{CWS}}$)	14	V^+ V^-	Normal operation Pulsed to V^- causes contro word to be written into control latches
Display Control (DC)	23 Common Anode 20 Common Cathode	V^+ Floating V^-	Display drivers disabled Normal operation Leading zero blanking inhibited

Abbildung 3: E/A-Taktdiagramm



Funktionsbeschreibung

Ausgänge:

Der Übertragsausgang erzeugt eine positive Flanke ca. 500 μsec. nach der positiven Flanke am Zählereingang, die den Zähler von "9999" auf "0000" beim Aufwärtszählen inkrementiert oder von "0000" auf "9999" beim Abwärtszählen dekrementiert. Dieser Ausgang erlaubt die direkte Kaskadierung von Zählern. Der "Gleich"-Ausgang geht für eine Taktperiode auf log. "0", wenn Zählerinhalt und Inhalt des internen Registers übereinstimmen.

Der "Null"-Ausgang geht auf log. "0", wenn der Zählerstand "0000" anliegt.

Diese Ausgänge besitzen ein "Fan-Out" von einer Standard TTL-Last (2mA bei 0,4 V Sink-Strom, 60 μA Source-Strom bei log. "1"). Die Digit- und Segment-Treiber steuern eine 7-Segment Anzeige an. Bei Anzeigen mit gemeinsamer Anode liegt der Spitzenstrom bei 40 mA pro Segment. Bei einem Tastverhältnis von 25% ist damit der mittlere Strom 10 mA pro Segment. Bei den Versionen für gemeinsame Kathode ist der Spitzenstrom 12,5 mA/Segment, woraus sich ein mittlerer Segmentstrom von 3,1 mA ergibt. Der Anschluß "Display Control" steuert die Anzeigenausgänge. Dieser Anschluß liegt ohne Beschaltung bei der halben Versorgungsspannung.

Wird dieser Anschluß an die positive Versorgung (V +) gelegt, werden die Segment-Treiber deaktiviert und die Verlustleistung wird reduziert. Bei Verbindung mit V- wird die Unterdrückung der voreilenden Nullen ausgeschaltet.

Für den normalen Betrieb (Anzeige aktiv. voreilende Nullen unterdrückt) kann dieser Anschluß unbeschaltet bleiben.

Über das bidiraktionale Ein/Ausgangstor wird der Datentransfer von und zum Schaltkreis bewerkstelligt. Dier Versionen des ICM 7217 übernehmen die Daten des "Digi"-Schalters in den Zähler oder in das Register selbständig im Multiplex nach Maßgabe der entsprechenden Steuereingänge, während diese Übernahme beim ICM 7227 extern gesteuert werden muß.

Der interne Oszillator zur Ansteuerung des Anzeigenmultiplexsystem ist ohne externe Beschaltung auf ca. 10 kHz eingestellt. Die Frequenz kann durch Beschaltung des Anschlusses "SCAN" mit einem Kondensator zur positiven Versorgung verringert werden. Tabelle 1 zeigt die entsprechenden Werte der Kondensatoren und die daruas resultierende Multiplexfrequenz.

Tabelle 1

Kondensatorwert	Oszillatorfrequenz	Digit-Frequenz
Keine Beschaltung	10 kHz	2,5 kHz
20 pF	5 kHz	1,25 kHz
90 pF	1 kHz	250 kHz

Der interne Oszillator besitzt ein Tastverhältnis von 25:1 und erzeugt damit einen kurzen Puls. Dieser Puls taktet einen 2 Bit-Zähler , der die 4 Multiplexphasen steuert.

Der kurze Puls wird benutzt, um die Ausgangssignale der Digit-Treiber zu verzögern und damit eine Austastung zwischen der Ansteuerung der einzelenen Stellen zu gewährleisten (Vermeidung von Flackern).

Die höchstwertige Zählerstelle wird zuerst angesteuert. (siehe Abb. 1)

Steuerung der Typen ICM 7217

Legt man den Auf/Ab-Eingang auf V +, zählt der Zähler mit der positiven Flanke am Zähleriengang aufwärts. Bei einem Potenial V- an diesem Eingang wird er mit der positiven Flanke dekrementiert. Der Zählereingang besitzt eine Schmitt-Trigger-Charakteristik (Hysterese), um Doppeltriggerung zu vermeiden und sicheren Betrieb bei langsamen Anstiegsflanken und bei starkem Störhintergrund zu gewährleisten. Der Anschluß STORE steuert die internen Zwischenspeicher und damit die

Signale, die an den Segmentausgängen und BCD-Ausgängen erscheinen. Bei Anlegen von V- an den Anschluß RESET asynchron auf "0000" gesetzt. Zähleingang und Ladefunktion sind unter diesen Bedingungen blockiert.

Die Eingänge STORE, RESET und Auf/Ab sind mit "Pull-up"-Widerständen von ca. 75 kOhm versehen.

Die Anschlüsse des BCD-Ein/Ausgangstores sowei "LC" (Coad Counter) und "LR" (Load Register) werden für Setz- und Vergleichsfunktionen benutzt.

"LC" und "LR" sind Eingänge mit drei Eingangspegeln. Intern liegen sie auf einem Potenial, das in etwa der halben Versorgungsspannung entspricht (Normaler Betrieb).

Mit unbeschalteten "LC" und "LR" erscheinen an den BCD-Ausgängen die Zählerdekaden im Zeitmultiplex in der Reihenfolge MSD ... LSD*). In dieser Betriebsart treiben diese Ausgänge eine Standard-TTL-Last. Wenn einer der Anschlüsse oder beide auf V + gelegt worden sind, werden die BCD-Anschlüsse zu Eingängen hoher Impedanz. Wird "LC" auf V + gelegt, wird der Zählereingang blockiert und die Daten an den BCD-Anschlüssen werden im Multiplex in den Zähler übernommen. Wird "LR" auf V+ gelegt, werden die an diesen Eingängen anliegenden Daten in das Register übernommen, ohne den Zählerstand zu beeinflussen. Werden beide Steueranschlüsse ("LC" und "LR") auf V+ gelegt, wird der Zähler gesetzt.

Wird "LR" auf V- gelegt, wird der Oszillator ausgeschaltet, die BCD-Anschlüsse gehen in den Zustand hoher Impedanz, die Segment- und Digit-Treiber werden abgeschaltet.

Bei diesen Bedingungen kann die Anzeige für andere Zwecke benutzt und die Verlustleistung reduziert werden.

Der Zähler zählt weiter und alle anderen Funktionen sind vorhanden. Wird "LC" mit V- verbunden, gehen die BCD-Anschlüsse in den Zustand hoher Impedanz ohne Beeinflussung des Zählers oder des Registers. (Siehe "Definition der Steuereingänge")

Digi-Schalter und Multiplexoperation

Der richtige Typ des Digi-Schalters, der zusammen mit diesen Schaltkreisen benutzt wird, ist der positiv kodierte BCD-Schalter (Alle Schalter offen entspricht "0000")

Da die BCD-kodierten Schalter parallel geschaltet sind, müssen sie über Dioden entkoppelt werden. Um einen vernünftigen STörabstand zu gewährleisten, sollten diese Dioden eine niedrige Durchlaßspannung haben. Das Anschlußschema für die Scahlter zeigt die Abbildung 2. Bei den Versionen mit gemeinsamer Kathode wird ein positiver Pegel als log. "0" interpretiert, bei den Versionen mit gemeinsamer Anode entsprechend ein negativer Pegel als log. "0".

Während des Ladevorganges für Zähler und Register wird der Multiplex-Oszillator von der Anzeigenansteuerung getrennt und für die Steuerung der Ladeoperationen benutzt.

Der interne Oszillator kann unter allen Bedingungen direkt übersteuert werden. Es ist wichtig, darauf zu achten, daß der interne Oszillatorausgang bei Übersteuerung dasselbe Tastverhältnis und dieselbe Phase hat wie das übersteuernde Signal. Die einzelnen Stellen der Anzeige werden bei positivem Pegel des Oszillatorausgangs dunkelgetastet. Die Zeit für diese Dunkeltastung sollte nicht kleiner als 2 μsec. sein, um die Unterdrückung der voreilenden Nullen zu gewährleisten. Durch Variation des Tastverhältnisses läßt sich die Helligkeit der Anzeige steuern. Die Frequenz des übersteuernden Oszillators sollte größer als 200 Hz sein, um ein Flackern der Anzeige zu vermeiden.

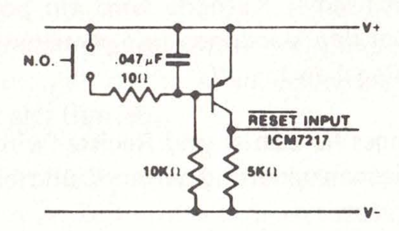
Einschränkung der Ein/Ausgangssignale

Der Übertragausgang (Carry/Borrow) besitzt bei Lade- und Rücksetzoperationen keinen definierten Pegel.

Das gleiche gilt für die Ausgänge "GLEICH" und "NULL". Der Rückstelleingang ("RESET") kann in seiner Funktion beeinträchtigt werden, wenn die Anstiegszeit des Signals an diesem Eingang größer als 500 μsec

ist. Solange dieser Eingang von aktiven Elementen (z.B. TTL oder CMOS) angesteuert wird, ist dies kein Problem. Schließt man jedoch in verdrahteten Systemen an diesem Eingang einen KOndensator (z.B. zur Eintrellung eines Schalter) an, ist die Funktion nicht mehr sichergestellt. In Abbildung 3a ist eine einfache Schaltung dargestellt, die ein Rückstellen nach Einschalten der Versorgungsspannung und bei Betätigung des Tasters mit hinreichend kurzen Anstiegszeiten besorgt.

Abbildung 3a: Beschaltung des Reseteingangs



Steuerung des ICM 7227

Bei den Versionen des ICM 7227 bilden die Anschlüsse STORE, UP/ DOWN, SC1, SC2 ein 4-Bit-Steuerwort.

Ein negativer Puls an CWS (Control Word Strobe) übernimmt die an diesen Eingängen anliegenden Daten in interne Zwischenspeicher und stellt den Multiplex-Zähler zur Vorbereitung eines Datentransfers zurück. Die KOmbination SC1 und SC2 auf log. "0" ist reserviert für Änderungen des Zustandes der STORE- und UP/DOWN-Zwischen-

speicher ohne Initialisierung eines Datentransfers. Das Einschreiben einer log. "1" in den STORE-Speicher bewirkt, daß der Zählerinhalt in die Ausgangsspeicher geschrieben wird. Durch log. "0" wird die Übernahme blockiert und die zuletzt eingeschriebenen Daten bleiben in den Ausgangsspeichern erhalten. Einschreiben einer log."1" in den UP/ DOWN-Zwischenspeicher bedeutet Aufwärtszählen, log. "0" bedeutet Abwärtszählen. Die Daten im STORE- und UP/DOWN-Zwischenspeicher können auch mit anderen Kombinationen als "00" an SC1 und SC2 geändert werden. Das Einschreiben einer anderen Kombination als

"00" initiiert einen Datentransfer. SC1 = "0", SC2 = "1" bewirkt eine Datenausgabe am BCD-Ein/Ausgangstor. SC1 = "1" und SC2 = "0" setzt den Zähler.

Wird ein von Null verschiedener "Select-Code" erkannt, wird der Takt des internen Zustandssteuerungszählers auf den Anschluß DT (Daten Transfer) geschaltet. Negative Pulse an diesem Ausgang steuern dann den Digit-sequentiellen Datentransfer, entweder Datenausgabe oder Ladeoperationen für Zähler und Register, bestimmt durch den "Select-Code". Die Ausgangstreiber des BCD-Ein/Ausgangstores sind nur dann aktiviert, wenn DT auf log. "0" liegt und ein "Select-Code" 01 übernommen worden ist. Die Reihenfolge der Ausgabe ist dann D3-D2-D1-D0, das heißt D3 liegt während des ersten negativen Pulses an DT an, D2 während des zweiten usw. Bei Setzoperationen müssen die Daten für D3 während der ersten positiven Flanke an DT stabil sein, die Daten für D2 während der zweiten positiven Flanke usw.

Am Ende eines Datentransfers, bei der Positiven Flanke des vierten DT-Pulses, werden die internen Zwischenspeicher für SC1 und SC2 automatisch gelöscht, der Datentransfer beendet und der Takteingang des Multiplex-Zählers mit dem Oszillator verbunden.

Bei den Versionen des ICM 7227 läuft der Multiplex-Oszillator außer bei den Datentransferoperationen kontinuierlich.

Abbildung 3 zeigt das Taktdiagramm des Datentransfers, ausgelöst durch Select-Code "11" (Setzen des Registers) und Select-Code "01" (Lesen der Ausgangsspeicher). Die Zeiten, für die die Daten an Steuerworteingang und am BCD-Ein/Ausgangstor stabil anliegen müssen, sind in Tabelle 2 angeführt.

Tabelle 2

SYMBOL	DEFINITION	TIME, NS	SYMBOL	DEFINITION	TIME, NS
$t_{\overline{cws}}$	CONTROL WORD STROBE WIDTH	200	t_{cdh}	CONTROL DATA HOLD	50
t_{ics}	INTERNAL CONTROL SETUP TIME	500	t_{ids}	INPUT DATA SETUP	100
			t_{idh}	INPUT DATA HOLD	50
$t_{\overline{dt}}$	DATA TRANSFER PULSE WIDTH	200	t_{oda}	OUTPUT DATA ACCESS	50
t_{cds}	CONTROL DATA SETUP	100	t_{odh}	OUTPUT DATA HOLD	50

Applikationen

Der ICM 7217 besteht aus den folgenden Funktionsblöcken:

- Setzbarer 4-stelliger Auf/Ab-Dekadenzähler mit Übertragsausgang und Nullerkennung
- Setzbares Register und digitaler Komperator
- Ausgangsspeicher für das
- integrierte Anzeigen-Dekodier/Treibersystem
- gemultiplextes BCD-Ein/Ausgangstor

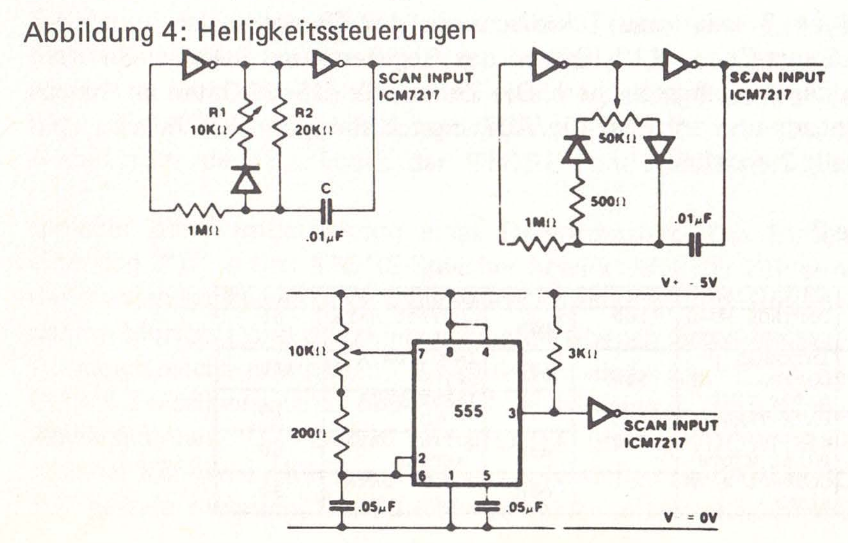
Diese fünf Teilsysteme bilden ein Gesamtsystem zu dessen Implementierung noch vor einiger Zeit eine gößere Zahl von Einzelschaltkreisen notwendig war.

Die gesamte Anwendungsvielfalt eines Schaltkreises wie dem ICM 7217/7227 kann hier aus Platzgründen nicht dargestelllt werden. Sinn dieser Applikationen ist es vielmehr, dem Anwender zu zeigen, was man mit dem Schaltkreis machen kann (und wie man das macht) und ihn mit diesem Element bekannt zu machen.

1. Takterzeugung für externen Takt

Die Schaltungen der Abbildung 4 sind Oszillatoren mit einstellbarem Tastverhältnis, die benutzt werden können, um den internen Oszillator zu übersteuern. Die Inverter sind CMOS-Schaltkreise der Serie 4000 und die Dioden sind preiswerte Typen wie z.B. 1N 914.

Abbildung 4: Helligkeitssteuerungen



Bei den Versionen mit gemeinsamer Anode kann ein fester Dezimalpunkt dadurch erzeugt werden, daß der entsprechende Segmentanschluß bei getrennt ansteuerbaren Dezimalpunktsegmenten über 40 Ohm an V- angeschlossen wird.

Bei den Versionen mit gemeinsamer Kathode schließt man das entsprechende Segment über 75 Ohm an V+ an.
Um voreilende Nullen hinter einem Dezimalpunkt darzustellen, kann man einen Transistor und einen Basiswiderstand ähnlich der Konfiguration in Abb. 6 benutzen.

Der Widerstand wird mit dem entsprechenden Digit-Ausgang bei "linksorientierten" und mit dem niederwertigeren Digit-Ausgang bei "rechtsorientierten" Anzeigen verbunden.

Bei Verwendung von Anzeigen mit gemeinsamer Kathode benutzt man einen PNP- und einen NÜN-Transistor nach Abb. 6a.

2. Ereigniszähler mit BCD-Ausgängen

Die einfachste Anwendung für den ICM 7217 ist die als vierstelliger Ereigniszähler.

Man benötigt einen ICM 7217, eine Versorgungsspannung und eine vierstellige Anzeige. Durch Hinzufügen eines Tasters für die Rückstellung und eines Umschalters für das Ausschalten der Anzeige oder die Darstellung von voreilenden Nullen können weitere Funktionen realisiert werden. Ein weiterer Umschalter gibt dem Zähler die Möglichkeit des Auf-Ab-Zählens.

Zusammen mit einer handelsüblichen Taschenrechneranzeigeneinheit mit gemiensamer Kathode ist der ICM 7217A das bei weitem preiswerteste Zähler/Anzeigensystem, das erhältlich ist.

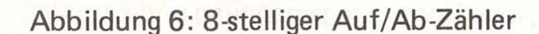
3. 8-stelliger Auf/Abzähler

In der Schaltung nach Abbildung 6 ist gezeigt wie die Zählerschaltkreise kaskadiert und die voreilenden Nullen unterdrückt werden.

Das "NAND"-Gatter detektiert eine aktive Stelle, da in einem solchen Fall entweder Segment a oder Segment b eingeschaltet ist.

Das Flip-Flop wird durch die niederwertigste Stelle des höherwertigen Zählers getaktet, so daß, wenn diese Stelle nicht dunkelgetastet wird, der Q-Ausgang auf log. "1" liegt, der npn-Transistor eingeschaltet ist und die Ausblendung der voreilenden Nullen beim niederwertigen Zähler nicht aktiv ist. Die beiden Zählerschaltungen können mit separaten "Digi"-Schaltern für die Setzfunktionen beschaltet werden. Da die Setzfunktionen jedoch mit der freilaufenden Taktfrequenz jedes einzelnen Schaltkreises synchronisiert ist, ist die Synchronisierung des Setzens beider Zähler ein gewisses Problem.

Dieses Problem existiert nicht beim ICM 7227. Bei Verwendung dieses Schaltkreises können die Zähler als Peripherie eines Prozessors angesprochen und gesetzt werden.


Abbildung 6: 8-stelliger Auf/Ab-Zähler

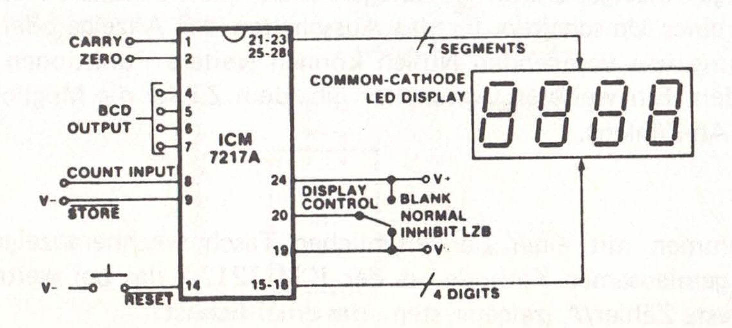
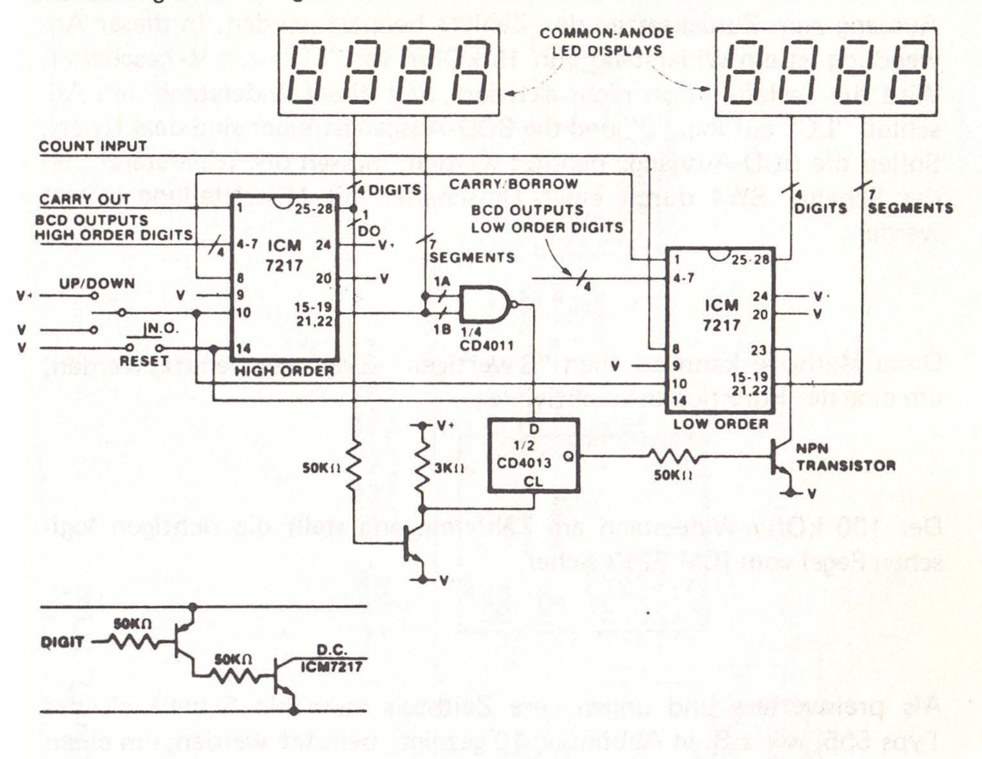


Abbildung 6: 8-stelliger Auf/Ab-Zähler



4. Aufbau einer Uhr

Diese Schaltung benutzt einen ICM 7213 als Oszillator-Zeitgeber. Mit einem Quarz von 4.1943 MHz und dem eingebauten Teiler erzeugt dieser Schaltkreis einen Puls pro Sekunde und einen Puls pro Minute. Der ICM 7217 B mit einem maximalen Zählerstand von 5959 zählt die Pulse.

Über die "Digi"-Schalter kann der Zähler auf eine Zeit eingestellt werden und dann als "COUNT DOWN"-Uhr verwendet werden. Desgleichen kann über diese Schalter das interne Register für Vergleichsfunktionen gesetzt werden.

Um zum Beispiel eine 24-Stunden-Uhr mit BCD-Ausgängen zu realisie-

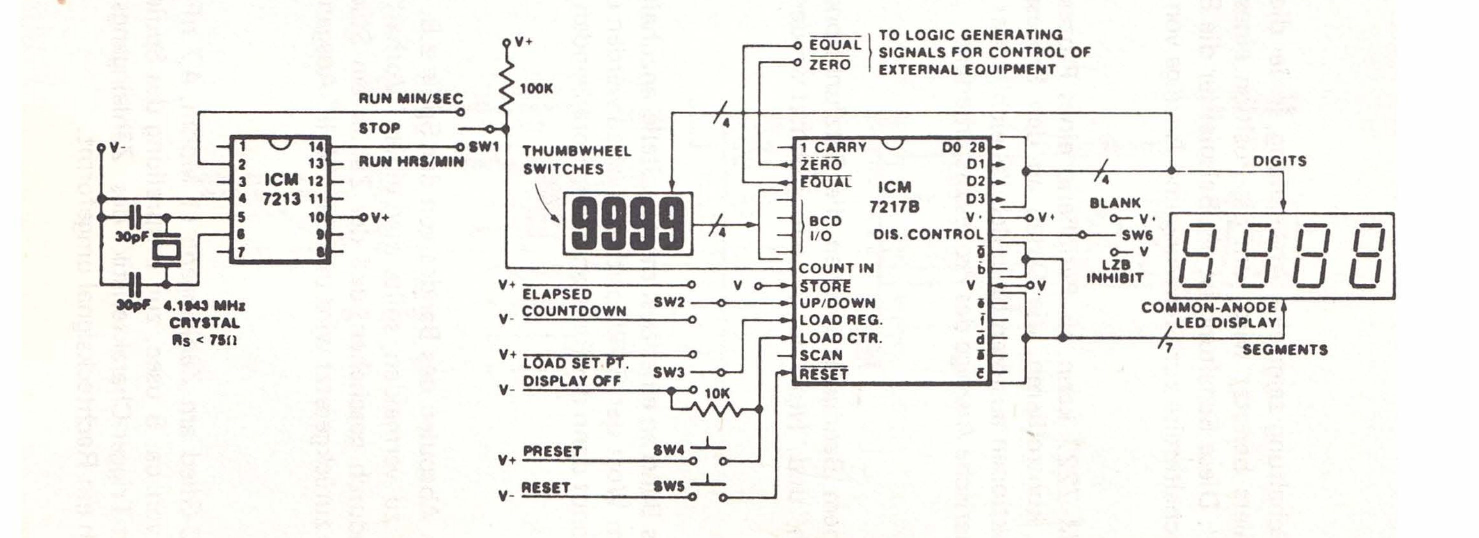
ren, kann das interne Register auf -2400- gesetzt und der "Gleich"-Ausgang zum Zurücksetzen des Zählers benutzt werden. In dieser Anwendung ist ein Widerstand von 10 kOhm von "LC" nach V- geschaltet. Wird die Ladefunktion nicht aktiviert, hält dieser Widerstand den Anschluß "LC" auf log. "0" und die BCD-Ausgangstreiber sind deaktiviert. Sollen die BCD-Ausgänge benutzt werden, müssen der Widerstand und der Schalter SW4 durch einen Umschalter mit Mittelstellung ersetzt werden.

Diese Methode kann an allen "3-wertigen" Eingängen benutzt werden, um eine der Funktionen zu aktivieren.

Der 100 kOhm-Widerstand am Zählereingang stellt die richtigen logischen Pegel vom ICM 7213 sicher.

Als preiswertere und ungenauere Zeitbasis kann ein Schaltkreis des Typs 555, wie z.B. in Abbildung 10 gezeigt, benutzt werden, um einen 1 Hz-Referenztakt zu erzeugen.

Abbildung 7: Timer



5. Positionssteuerung/Anzeige für ein Bandgerät

Diese Schaltung zeigt eine Anwendung, in der die Möglichkeit des Auf/Ab-Zählers benutzt wird, um die Position eines Bandgerätes "mitzuzählen". Diese Schaltung ist ein Beispiel für die Einsatzmöglichkeit der Zählerschaltkreise zur Steuerung und Anzeige von Positionen.

Ein ICM 7227 kann als Peripherie eines Prozessors die Position des Bandes kontrollieren, die Daten an den Prozessor übergeben, Interruptfunktionen auslösen (über den "Gleich"- oder "Null"-Ausgang) und als numerische Anzeige des Prozessors arbeiten.

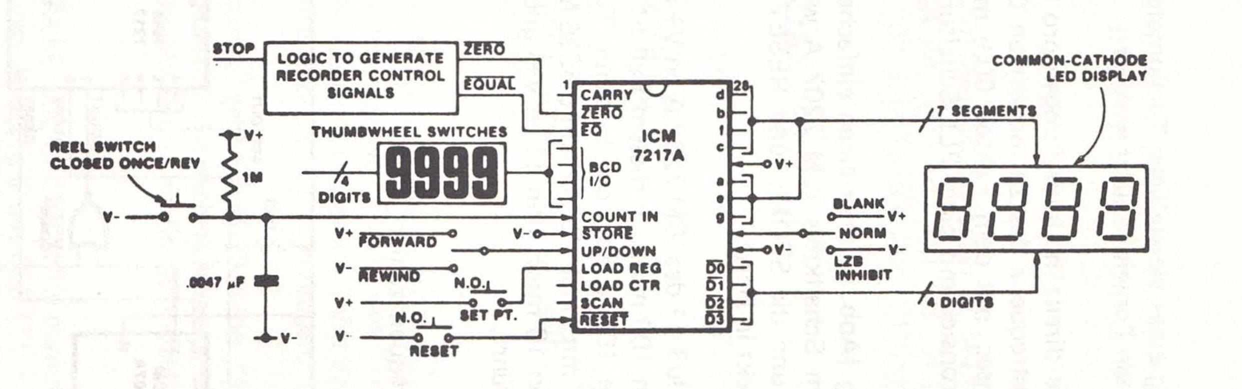
Bei einem Bandgerät können die Setzfunktionen und die Ausgänge "Gleich" und "Null" zur Steuerung bentzt werden.

Um das Band an einer bestimmten Stelle anzuhalten, kann das Register mit dem Wort der Bandposition geladen werden und der "Gleich"-Ausgang stoppt dann das Band an der entsprechenden Stelle.

Um ein Abspulen des Bandes von der Spule z.B. beim schnellen Rückspulen, zu vermeiden, sollte man einen "Vorhalt" einbauen. Das kann z.B. dadurch geschehen, daß der Zähler ein Stück vor dem Ende des Bandes zurückgesetzt wird und der "Null"-Ausgang das Band stoppt.

Das RC-Glied am Zähleingang (1 Mohm, 4,7 nF) ergibt eine Zeitkonstante von ca. 5 usec. zur Entprellung des Spulenschalters. Durch die Schmitt-Trigger-Charakteristik des Zähleingangs wird das Eingangssignal in ein Rechtecksignal umgeformt.

Abbildung 8: Bandgerätesteuerung



6. Frequenzzähler/Tachometer

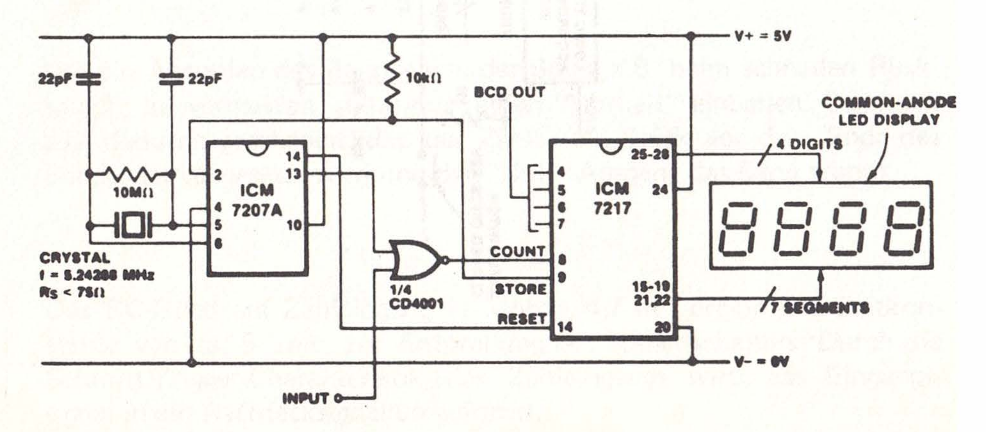
Zur Realisierung eines vierstelligen Tachometers sollte der ICM 7207 A mit einer Sekunde Torzeit benutzt werden.

Um die Anzeige direkt in Umdrehungen pro Minute zu erhalten, muß die Umdrehungsfrequenz des zu messenden Objektes mit dem Faktor 60 (Bei 100 msec. mit dem Faktor 600) multipliziert werden. Dies kann z.B. elektronsich mit einer PLL-Schaltung bewerkstelligt werden.

Diese Schaltung (Abb. 9) zeigt einen einfachen vierstelligen Frequenzzähler. Mit dem Schaltkreis ICM 7207 A werden die "Torzeit" von einer Sekunde und die STORE- und RESET-Signale erzeigt. Die Anzeige erfolgt direkt in Hertz.

Wird der Anschluß 11 des ICM 7207 A an V+ angeschlossen, ergibt sich eine Torzeit von 100 msec. In diesem Fall ist die Wertigkeit der kleinsten Zählerstelle 10 Hz. Bei noch kürzeren Torzeiten kann der Schaltkreis ICM 7207 mit einem Quarz von 6.5536 MHz benutzt werden, was zu Torzeiten von 10 msec. (Pin 11 an V+) und 100 msec. (Pin 11 nicht angeschlossen) führt.

Abbildung 9: Frequenzzähler



7. Preiswerter Frequenzzähler/Tachometer

Die Schaltung der Abbildung 10 beneutzt zur Erzeugung der Torzeit und der STORE- und RESET-Signale einen preiswerten doppelten Zeitgeber des Typs 556.

Einer der Zeitgeberschaltkreise ist als astabiler Multivibrator geschaltet. Der Ausgang 5 liegt für ca. 1 Sec. auf log. "1" und für ca. 300 bis 500 μsec. auf log. "0". Die Torzeit (log. "1" am Ausgang) ist gegeben durch:

$$Th = 0{,}693 \times (RA + RB) \times C$$

Die Zeit, für die der Ausgang auf log. "0" liegt, berechnet sich zu:

$$TL = 0{,}693 \times RB \times C$$

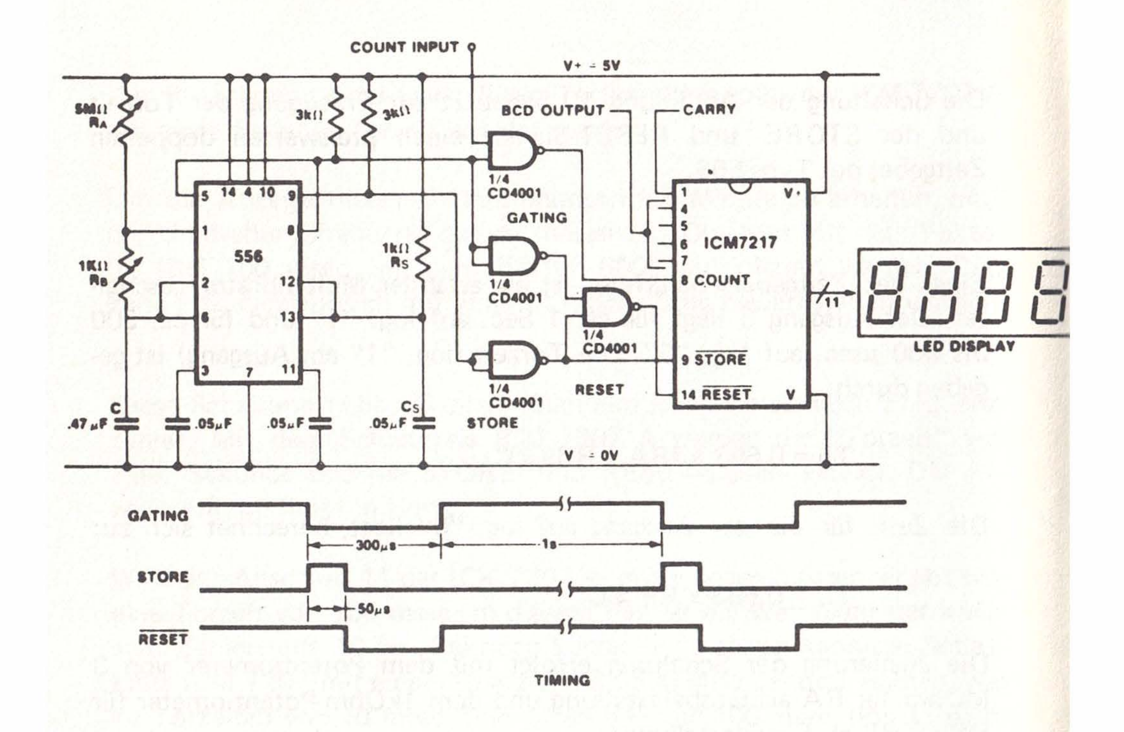
Die Justierung der Schaltung erfolgt mit dem Potentiometer von 3 MOhm für RA als Grobeinstellung und dem 1kOhm-Potentiometer für RB als RB als Feineinstellung.

Der zweite Zeitgeberschaltkreis des 556 ist als monostabiler Multivibrator geschaltet, der von der negativen Flanke des "Torzeit"-Multivibrators getriggert wird. Der Ausgang (Anschluß 9 des 556) wird invertiert, um die Signale für STORE und RESET zu erzeugen.

Nach Ablauf der "Monozeit" geht STORE auf log. "1" und RESET auf log. "0", so daß der Zähler für die nächste Messung zurückgesetzt wird. Mit den gezeichneten Bauelementen ist die "Monozeit" ca. 50 usec.

Bei der Justierung der Schaltung mit RB sollte darauf geachtet werden, daß die log. "0" Zeit am Ausgang 5 des 556 (TL = 0,693 x RB x C) mindestens doppelt so groß ist wie die Pulsweite des monostabilen Multivibrators.

Abbildung 10: Preiswerter Frequenzzähler



8. Preiswertes Kapazitätsmessgerät

Die Schaltung der Abbildung 11 benutzt wiederum zwei Zeitgeber des Typs 555 (oder einen 556), um für den ICM 7214 eine Torzeit zu erzeugen, deren Größe abhängig ist von einer zu messenden Kapazität. Der Zeitgeber für den Zähltakt ist ein Oszillator, dessen Frequenz abhängig ist von R1, R2 und C. Die Frequenz dieses Oszillators wird mit dem Meßbereich umgeschaltet. Der "Torzeitgeber" arbeitet auch als Oszillator. Die Zeit, für die der entsprechende Ausgang auf log. "1" liegt, wird bestimmt durch den Wert des zu messenden Kondensators. Die Signale für STORE und RESET werden durch monostabile Multivibratoren erzeugt, die aus Gattern der Serie 4000 aufgebaut sind.
Die log. "1"-Zeit des "Meßzeitgebers" bestimmt sich zu:

$$TH = 0{,}693\,(R3 + R4) \times CM$$

Die während der Torzeit gezählte Anzahl der Impulse des "festen" Oszillators ist damit:

$$N = \frac{(R_3 + R_4)\,Cm}{(R_1 + 2R_2)\,C}$$

Mit den gezeichneten Werten ist diese Zahl N zehnmal größer als die Zahl, die beim Abgleich angezeigt wird. Durch Verwendung eines dekadischen Teilers (CD 4017) wird dadurch ein Flackern der niederwertigsten Stelle der Anzeige unterdrückt.

Für bestmögliche Genauigkeit sollten die Widerstände R3 als Präzisionspotentiometer ausgeführt werden. Die Schaltung muß in jedem Meßbereich abgeglichen werden.

Der Bereich A reicht von 1-9999 pF. Bereich B von 1-9999 nF und Bereich C von 1-9999 uF.

Abbildung 11: Kapazitätsmeßgerät

9. Zusammenschaltung mit einer Flüssigkristall-Anzeige

Die niedrige Verlustleistung des ICM 7217 macht die Zusammenschaltung mit einer Flüssigkristallanzeige wünschenswert. Der Treiberschaltkreis DF 411 von SILICONIX kann ohne Schwierigkeiten für eine solcheKonfiguration benutzt werden. Die gesamte Schaltung, bestehend aus einem ICM 7217 A, einem Gehäuse der Serie 4000 und dem Interfaceschaltkreis, besitzt dann eine Verlustleistung von weniger als 5 mW. Für diesen Anwendungsfall sollten die für Anzeigen mit gemeinsamer Kathode vorgesehenen Versionen des ICM 7217 benutzt werden, da hier die Stellentreiber als CMOS-Treiber ausgeführt sind, während bei den Versionen mit gemeinsamer Anode diese Treiber als NPN-Transistoren ralisiert sind und damit die volle Amplitude nicht in jedem Fall gewährleistet ist.

10. Zusammenschaltung des ICM 7227 mit einem Mikroprozessor

Abbildung 13 zeigt die Zusammenschaltung des ICM 7227 mit einem Mikroprozessor ICM 6100. Über ein Paralleles Interface-Element IM 6101 können einer oder mehrere ICM 7227 als Peripherie des Mikroprozessors benutzt werden.

Ähnliche Konfigurationen ergeben sich bei Benutzung des MC 6800 zusammen mit dem MC 6820 PIA oder mit dem INTEL 8080 und einem 8228.

Der ICM 7227 kann dem Prozessor als Peripherie eine ganze Reihe von "Zugriffsaufgaben" abnehmen, deren Ausführung für den Prozessor ineffizient oder nicht möglich ist.

In einem einfachen System bildet der ICM 7227 ein sehr preiswertes Anzeigesystem mit Zwischenspeicher, Dekodierer und Treiber. Durch Hinzufügen einer Zeitbasis (z.B. ICM 7213 kann mit den Typen ICM 7227 C oder ICM 7227 D eine für Mikroprozessoren und Rechner geeignete Echtzeituhr realisiert werden.

Im Bereich der "intelligenten" Meßgeräte kann der ICM 7227 die Rolle eines schnellen Zählers und Komparators übernehmen. Mit einer garantierten maximalen Eingangsfrequenz von 2 MHz kann dieses Element benutzt werden, um Zeit, Frequenz und andere Größen in digitaler Form darzustellen.

Es kann z.B. mit einem ICM 7207 A und zwei ICM 7227 ein achtstelliger 2-MHz-Frequenzzähler realisiert werden. Da das Torzeitsignal des ICM 7207 A ein Tastverhältnis von 0,5 besitzt, hat der Mikroprozessor 1 Sekunde Zeit, auf einen Interrupt zu reagieren, wenn dieser Interrupt durch die negative Flanke des Torzeit-Signals ausgelöst wird.

Der Prozessor kann auf den Interrupt reagieren, indem im ROM-Speicher vorhandene Unterprogramme aufgerufen werden, die ein Abspeichern der Daten, Rücksetzen des Zählers und Berechnungen vornehmen.

Zur Darstellung der Daten können diese invertiert werden (Unterprogramm) und auf einen ICM 7218 gegeben werden, der die Daten speichert und direkt eine Anzeige ansteuert. Die Anwendungsmöglichkeiten des ICM 7227 können hier naturgemäß nicht alle dargestellt werden. Weitere Applikationen werden sich mit diesem Schaltkreis beschäftigen.

Abbildung 12: CCD-Anzeige

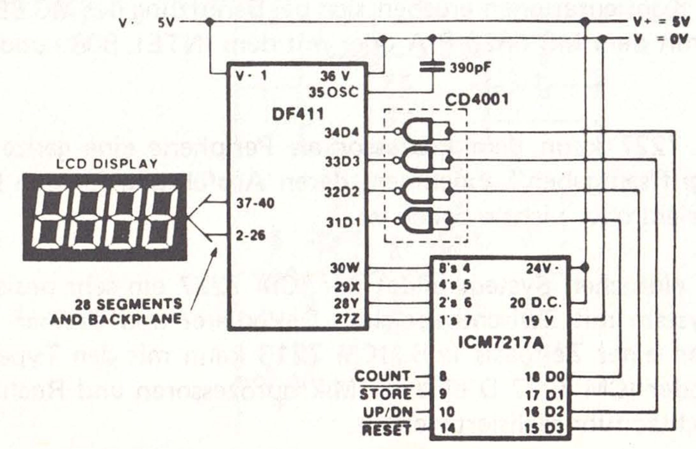
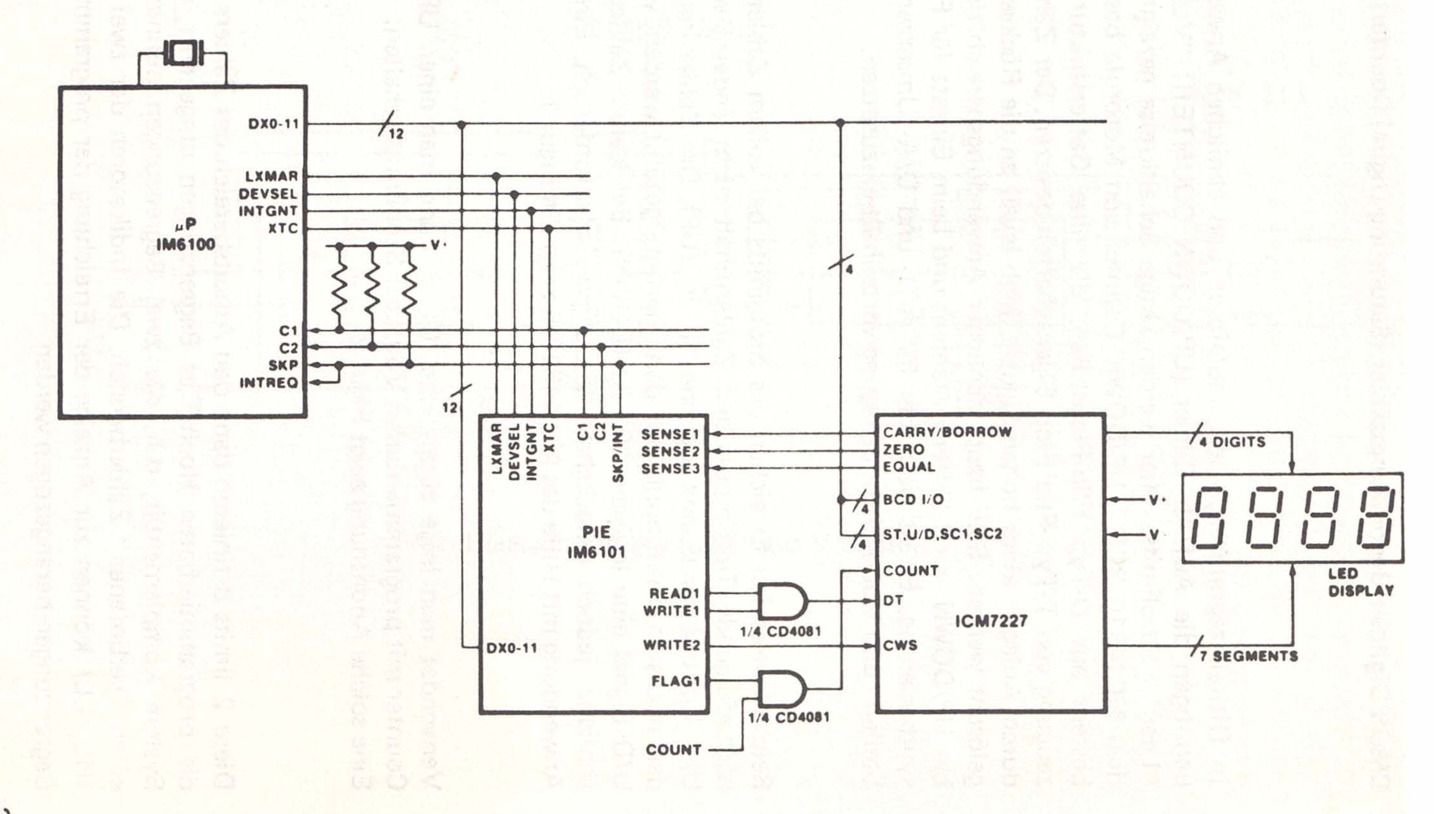


Abbildung 13: Zusammenschaltung mit dem Mikroprozessor IM 6100



CMOS Digitaler Begrenzungszähler (Saturating Digital Counter)

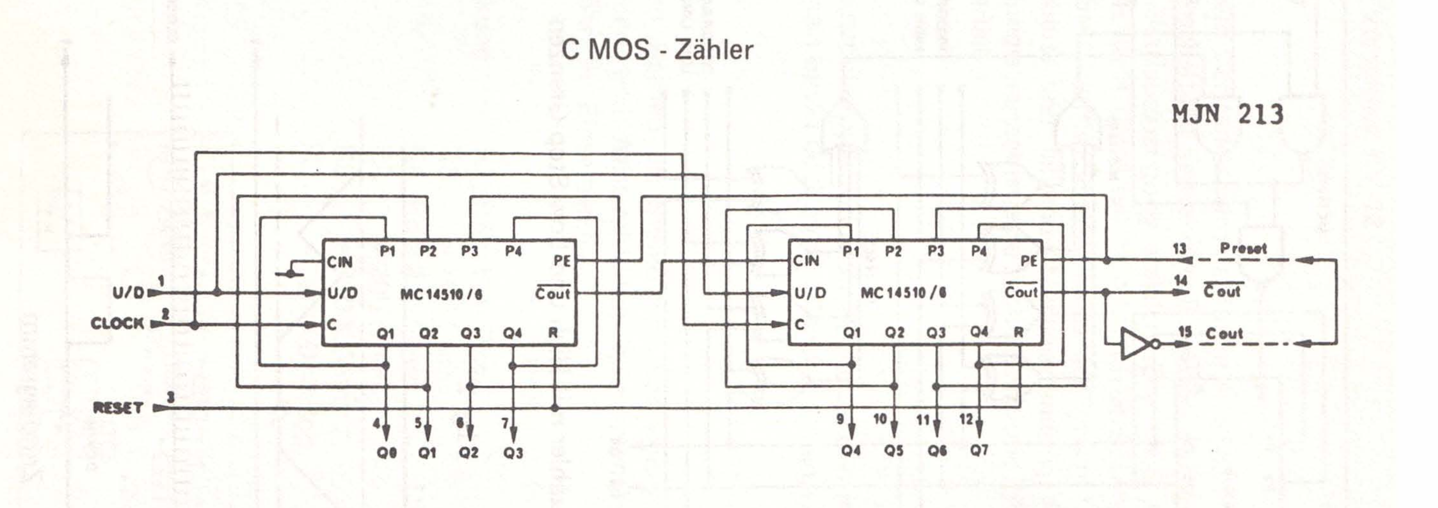
In Dititalintegratoren, - akkumulaforen und ähnlichen Anwendungen benötigen die Auf/Ab- Zähler (UP/DOWN COUNTER) "Voll" - und "Leer" - Stoplimits. Hier werden einige Schaltkreise gezeigt, die auf dem MC14510 BCD - UP/DOWN Counter von Motorola basieren. Er besteht aus D-Typ Flip-Flopstufen, die eine Gatterstuktur zur Erzeugung von T-Typ Flip Flop Eigenschaften besitzen. Der Zähler kann durch Anlegen eines hohen Signals (high level) an die Rücksetzleitung gelöscht werden. Sein hauptsächlicher Anwendungsbereich findet sich bei UP/DOWN - und Differenzzählern und beim Einsatz für Frequenzsynthesierung. Er ist weiterhin für A/D- und D/A- Umsetzer und für Stellen - und Vorzeichen festlegung vorteilhaft einzusetzen.

Beispielsweise bei Erreichen des Stoplimits bei vollem Zähler soll der nächstfolgende Taktimpuls den Zählerinhalt nicht ändern, wenn das U/D Kontrollsignal eine logische "1" ist (UP). Der Zähler kann durch den nächsten Taktimpuls nur dann heruntergezählt werden, wenn das U/D Signal eine logische "0" ist (DOWN). Bei leerem Zähler ist eine ähnliche, jedoch umgekehrte Wirkungsweise erforderlich. Eine solche Anwendung mit Hilfe des MC 14510/6 zeigt die Figur 1.

Verwendet man inige zusätzliche ICs, so kann man einen UP/DOWN Counter mit programmierbaren Voll/Leer Stoplimits schalten.
Eine solche Anordnung zeigt Figur 2.

Diese 2 limits drfinieren dann den Arbeitsbereich des Zählers. Werden die programmierbaren Hoch/Tief Begrenzungen umgekehrt, wird das System komplementär, d.h. die zwei Begrenzungen definieren nun einen "verbotenen" Zählerbereich. Die Indikatoren der zwei Limiten (HL, LL) können zur Anzeige der Erreichung der programmierbaren Begrenzungen herangezogen werden.

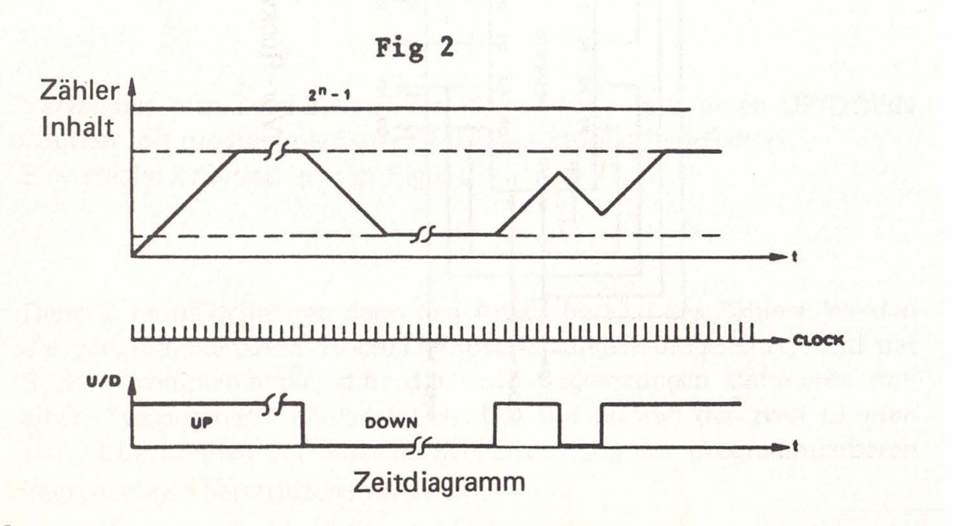
C MOS - Zähler



Vor- Rückwärtszähler mit 0 und Voll-Stop

Vor- Rückwärtszähler mit High und Low Stop-Grenzen

Fig 2



Zeitdiagramm

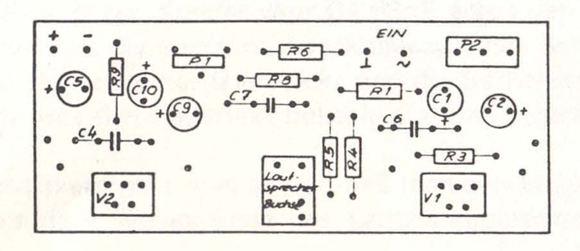
15 W - Verstärker KV-12

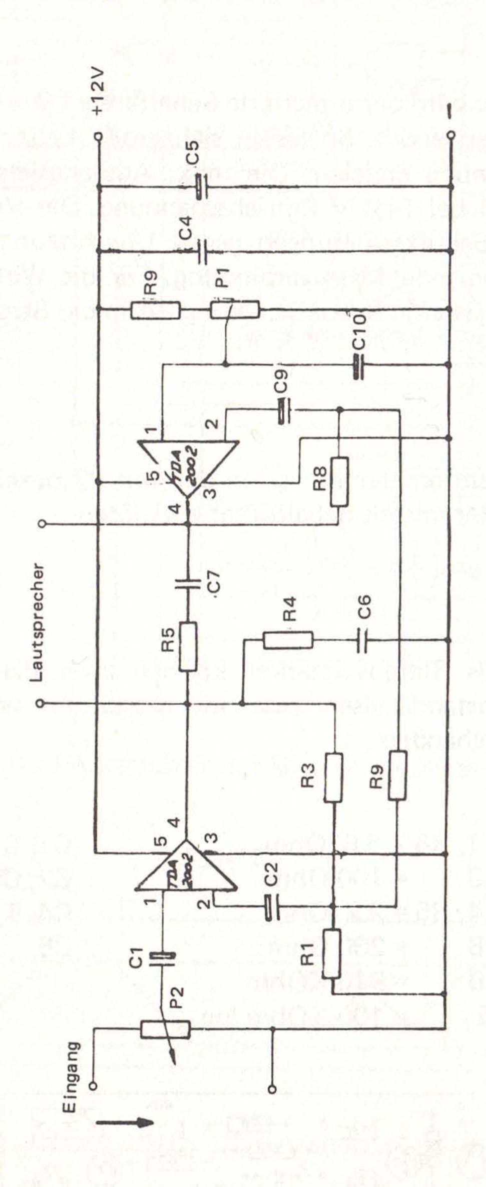
In diesem Verstärker wird der integrierte Schaltkreis TDA 2002 in einer Brückenschaltung verwendet. So lassen sich große Leistungen mit geringer Betriebsspannung erzielen. Die max. Ausgangsleistung beträgt 15 Watt an 4 OHM bei 14,4 V Betriebsspannung. Der Verstärker verfügt über interne Schutzschaltungen gegen Überhitzung, Verpolung, Kurzschluss und fehlende Masseverbindung. Für die Wirksamkeit des Verpolungsschutzes ist eine flinke Sicherung 2A in der Stromversorgung erforderlich.

Das Lautstärkerpotentiometer P2 ist an den mit P2 bezeichneten drei Bohrungen direkt oder mittels Schaltdraht anzulöten.

Für den Betrieb als Stereoverstärker können zwei Platinen mittels Schrauben und Abstandshülsen zusammengeschraubt werden. Diese Teile führt Ihr Einzelhändler.

Bestückung:		
	R1, R6 = 5,6 Ohm	C1, C10 = 10 uF
	R3 = 100 Ohm	C2, C9 = 220 uF
	R4, R5 = 2,2 Ohm	C4, 6, 7 = 0,1 uF
	R8 = 200 Ohm	C5 = 100 uF
	R9 = 910 KOhm	
	P2 = 100 KOhm log.	




+12V
C5
C4
R9
P1
C10
C9
TDA 2002
1
2
3
4
5
R8
Lautsprecher
C7
R5
R4
C6
R3
R9
TDA 2002
C2
C1
P2
R1
Eingang
–

Nachschall-Verstärker

Mit diesem Baustein lassen sich alle üblichen Niederfrequenz-Verstärker, wie Phono-, Tonband-, Gitarren-Verstärker und Rundfunkgeräte, nach-
Mit diesem Baustein lassen sich alle üblichen Niederfrequenz-Verstärker, wie Phono-, Tonband-, Gitarren-Verstärker und Rundfunkgeräte, nach-
träglich mit einem Halleffekt ausrüsten.

Die Betriebsspannung beträgt 12V 40 mA und kann in den meisten Fällen dem Gerät entnommen werden, in das der Verstärker eingebaut werden soll. Alle Anschlüsse werden über die mitgelieferten 5-poligen Steckleisten vorgenommen. Die Betriebsspannung gelangt über die 2-polige Schraubleiste zum Hallverstärker. Um Verwechslungen zu vermeiden,beachte man sorgfältig die umseitigen Anschlusspläne.

Zur Verwendung mit diesem Hallverstärker eignen sich die im Handel erhältlichen Nachhallspiralen, z.B. Monacor RE-4 und RE-21.

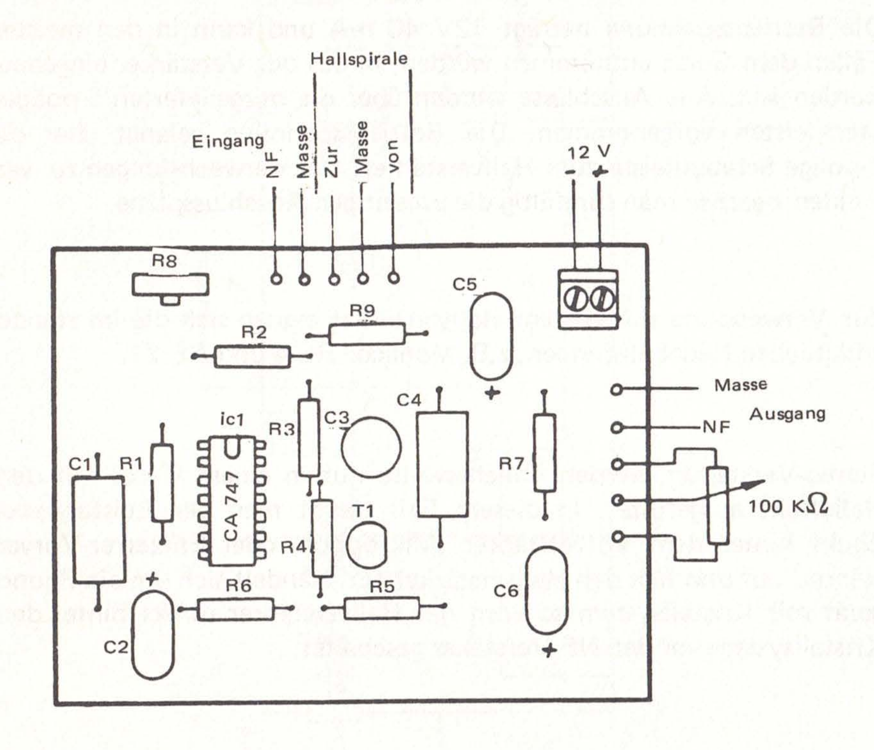
Stereo-Verstärker werden üblicherweise nur in einem Kanal mit dem Halleffekt ausgerüstet. In diesem Fall trennt man den Leistungsweg direkt hinter dem Vorverstärker (Mikrophon- oder Entzerrer-Vorverstärker) auf und fügt den Hallverstärker ein. Handelt sich um ein Phonogerät mit Kristallsystem so wird der Hallverstärker direkt hinter dem Kristallsystem vor den NF-Verstäker geschaltet.

In diesem Fall muß der Kondensator C4 68nF gegen den Wert 4,7nF ausgetauscht werden. Es erscheint zweckmässig, einen Schalter vorzusehen, der den Hallverstärker überbrückt und die Betriebsspannung abschaltet, damit man den Halleffekt beliebig ein- und ausschalten kann.

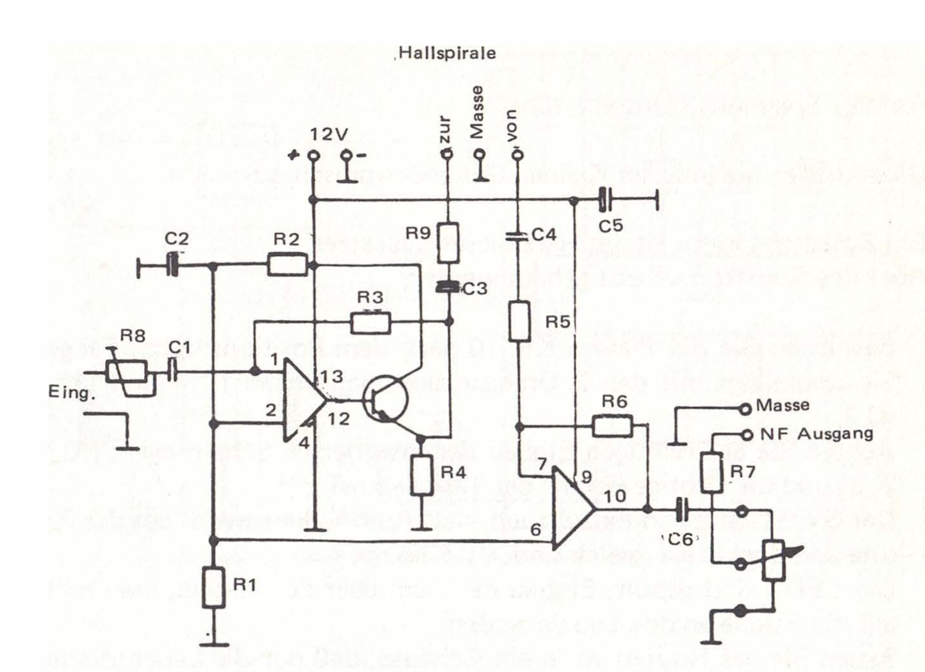
Bei Mono-Verstärkern geht man so vor, daß man den Eingang des Hallverstärkers mit dem heißen Ende des Lautstärkepotentiometers ver-

bindet, den Ausgang mit dem Schleifer dieses Potentiometers. Auch in diesem Fall muß der Kondensator C4, wie beschrieben, ausgetauscht werden, wenn es sich um ein Kristallsystem handelt. Der Austausch bewirkt eine Höhenanhebung und kann auch in anderen Fällen durchgeführt werden, wenn die Wiedergabe zu dumpf klingt.

Mit dem Potentiometer R8 wird die Ansteuerung des Hallverstärkers geregelt. Das über die Steckerleiste anzuschliessende Potentiometer 100 KOhm regelt die Stärke des Halleffekts und ist individuell einzustellen.



R1 = 56 KΩ	R6 = 8,2 MΩ	C1 = 68nF	T1 = BC170B
R2 = 56 KΩ	R7 = 68 KΩ	C2 = 6,8μF	ic1 = CA747
R3 = 8,2 MΩ	R8 = 1MΩPoti	C3 = 100μF	
R4 = 200 Ω	R9 = 150 Ω	C4 = 68 nF (4,7nF)	
R5 = 68 KΩ		C5 = 6,8μF	
		C6 = 6,8μ	



Hallspirale
12V
+
-
zur
Masse
von
C5
R9
C4
C2
R2
C3
R3
R5
R8
C1
1
13
Eing.
2
12
R6
Masse
NF Ausgang
4
R4
7
9
R7
10
6
C6
R1

Roulett

Anreiz - Spannung - Unterhaltung -

Dieses haben Sie jetzt im Kleinen. Ein elektronisches Roulett.

Ein Zufallsgenerator ist das Herz dieses Bausatzes.
Aber das Roulett muß erst gebaut werden:

Bestücken Sie die Platine KR 10 nach dem Positionsdruck. Fangen Sie unbedingt mit den 2 Drahtbrücken an. Neben IC 1 und unter IC 2.
Achten Sie auf richtigen Einbau der integrierten Schaltungen; (IC 1, 2, 3) und die richtige Polung der Tantalelkos!
Der 5V STabi ist so einzubauen, daß Aufdrucke sowohl auf der Platine und dem Stabi gleich sind. 9V-Klip rot = +.
Die LED's sind gepolt. Einbau ca. 1 cm über der Platine, man achte auf die Fläche an den Leuchtdioden.
Bauen Sie das Roulett so in ein Gehäuse, daß nur die Leuchtdioden herausschauen:

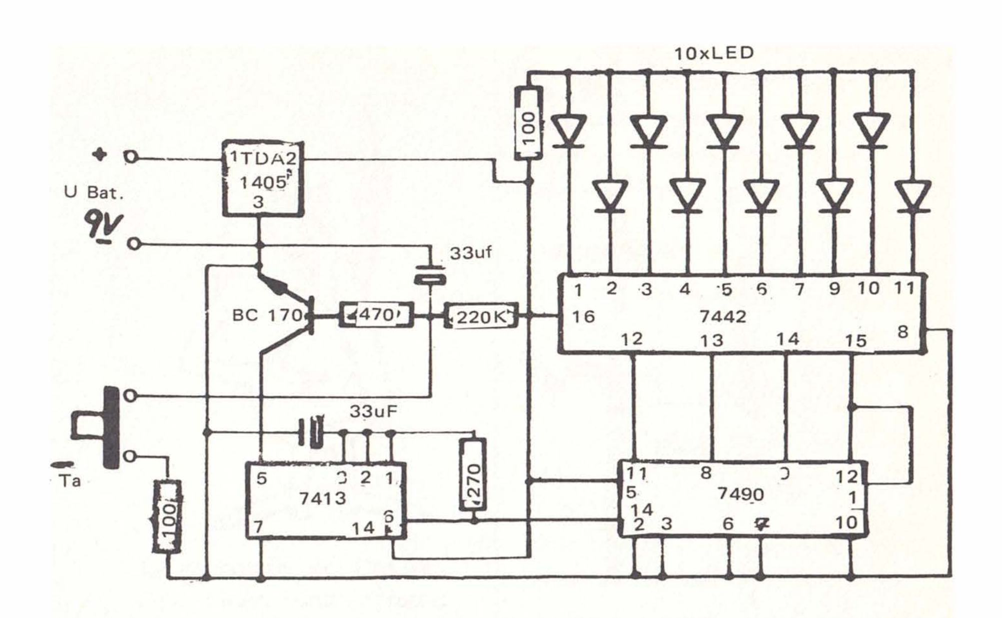
Das Spiel: Taste drücken und loslassen. Zahl merken.

Achtung! Sollte der Rundlauf des Roulett versagen: Spannung der Batterie während des Betriebes prüfen.

Stückliste

1 Platine KR 10
IC 1 - 7413
IC 2 - 7490
IC 2 - 7442
C 1 - 33uf 6,3V
C 2 - 33uf 6,3V
1 Stabi - TDA 1405
(5V) oder LM 341/5V

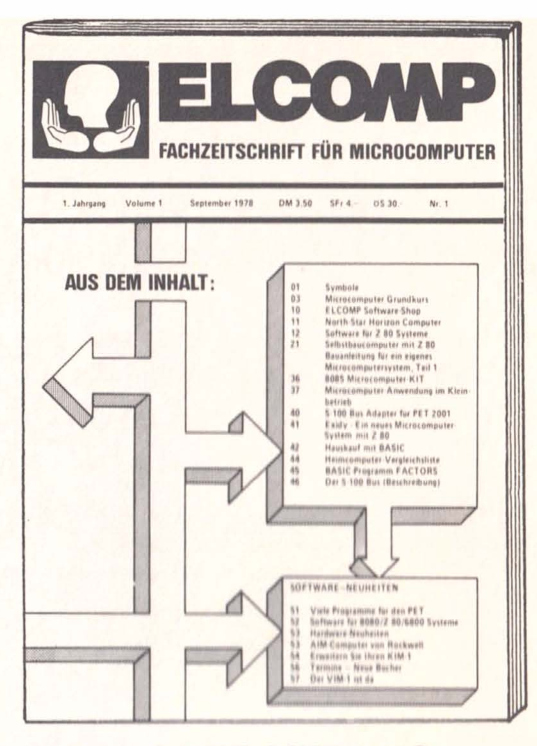
R 1 - 120 Ohm br. schw. br.
R 2 - 120 Ohm br. rt. br.
R 3 - 470 Ohm ge. viol. br.
R 4 - 270 Ohm rt. viol. br.
R 5 - 220 KOhm rt. ge.
TT1 - BC 170 b
1 Taster
1 Klip 9V
2 Drahtbrücken
1 2adr. Draht
10 LED's



zuerst Drahtbrücken enlöten

Auch Sie brauchen ELCOMP!





Jahresabonnement **DM 59,--** incl. Mwst. und Versand.

Zurückliegende Hefte zu Originalpreisen noch verfügbar.



HOFACKER-VERLAG
Ing. W. Hofacker GmbH
Tegernseer Straße 18
D-8150 Holzkirchen/Obb.

Die Fachzeitschrift für MICROCOMPUTER
Eine unentbehrliche Informationsquelle für alle Elektroniker

- Microcomputer-Anwendungsbeispiele
- Künstliche Intelligenz
- Block-Strukturierte Programme
- Datenverarbeitung im Kleinbetrieb
- Club-Neuheiten
- Computer und Kunst
- Musik mit dem Computer
- Monitore für 8080, 6800, 6502, Z 80, SC/MP, 2650, 1802
- Eigenbau-Computersysteme
- Interface-Techniken
- Microcomputer KITs
- Neue Produkte
- Betriebssysteme für Floppys
- Programmiertechniken
- Software-Quellen
- Programmierbeispiele
- Soziale Aspekte der Microcomputertechnik
- Technologische Neuheiten
- Anwendungen in der Meß- und Regeltechnik
- Anwendungen bei Funk-Amateuren

Weitere interessante Bücher von Hofacker:

Best.-Nr.	Titel	Preis / DM
	BÜCHER in deutscher Sprache aus dem HOFACKER-Verlag	
1	Transistor Berechnungs- und Bauanleitungsbuch – 1	29,80
2	Transistor Berechnungs- und Bauanleitungsbuch – 2	19,80
3	Elektronik im Auto	9,80
4	IC-Handbuch, TTL, CMOS, Linear	19,80
5	IC-Datenbuch, TTL, CMOS, Linear	9,80
6	IC-Schaltungen, TTL, CMOS, Linear	19,80
7	Elektronik Schaltungen	19,80
8	IC-Bauanleitungs-Handbuch	19,80
9	Feldeffektransistoren	9,80
10	Elektronik und Radio	19,80
11	IC-NF Verstärker (i. V.)	9,80
12	Beispiele integrierter Schaltungen (BIS)	19,80
13	HEH, Hobby Elektronik Handbuch	9,80
15	Optoelektronik Handbuch	19,80
16	CMOS Teil 1, Einführung, Entwurf, Schaltbeispiele	19,80
17	CMOS Teil 2, Entwurf und Schaltbeispiele	19,80
18	CMOS Teil 3, Entwurf und Schaltbeispiele	19,80
19	IC-Experimentier Handbuch	19,80
20	Operationsverstärker	19,80
21	Digitaltechnik Grundkurs	19,80
22	Mikroprozessoren, Eigenschaften und Aufbau	19,80
23	Elektronik Grundkurs, Kurzlehrgang Elektronik	9,80
24	Progr. in Maschinensprache mit Z80, II	29,80
25	65000 Microcomputer Einführung (i. V.)	39,00
26	Mikroprozessor, Teil 2	19,80
27	BASIC-M Anwender-HB f. 6800/09/68000 (Motorola)	29,80
28	Lexikon + Wörterbuch f. Elektr. u. Mikroprozessor	29,80
29	Mikrocomputer Datenbuch	49,00
30	Floppy Disk Selbstbau-Handbuch (i. V.)	49,00
31	57 Programme in BASIC	39,00
32	ATARI BASIC, für Selbststudium und Praxis	39,00
33	Microcomputer Programmierbeispiele	19,80
34	TINY-BASIC Handbuch	19,80
35	Der freundliche Computer	29,80
103	Oszillographen-Handbuch	19,80
108	Rund um den Spectrum (Progr., Tips und Tricks)	29,80
109	6502 Microcomputer Programmierung	29,80
110	Programmierhandbuch für PET	29,80
111	Programmieren mit TRS-80 (GENIE)	29,80
112	PASCAL-Programmier-Handbuch	29,80
113	BASIC-Programmier-Handbuch (mit BASIC-Kurs)	19,80
114	Der Microcomputer im Kleinbetrieb	39,80
115	6809 Programmier Handbuch (i. V.)	49,00
116	Einführung 16-Bit Microcomputer	29,80
118	Programmieren in Maschinensprache mit dem 6502	49,00
119	Programmieren in Maschinensprache (Z80), I	39,00
120	Anwenderprogramme für TRS-80 und GENIE	29,80
121	Microsoft BASIC-Handbuch	29,80
122	BASIC für Fortgeschrittene	39,00
123	IEC-Bus Handbuch	19,80
124	Progr. in Maschinensprache mit Commodore-64	29,80
127	Einführung i. d. Microcomputer-Progr. mit 6800	49,00
128	Programmieren mit dem CBM	29,80
130	Programmierbeispiele für CBM	19,80
132	CP/M-Handbuch	19,80
133	Handbuch für MS/DOS (i. V.)	29,80
137	FORTH – Grundlagen, Einführung, Beispiele	49,00
139	BASIC für blutige Laien (speziell f. TRS-80, Genie)	19,80
140	Progr. i. BASIC u. Maschinencode mit dem ZX81	29,80
141	Programme f. VC-20 (Spiele, Utilities, Erweiterungen)	29,80
143	35 Programme für den ZX81	29,80
144	33 Programme für den ZX-Spectrum	29,80
145	64 Programme für den Commodore-64	39,00
146	Hardware-Erweiterungen für den Commodore-64	39,00
147	Beherrschen Sie Ihren Commodore-64	19,80
148	Programmierhandbuch für SHARP	49,00
149	Programme für TI 99/4A	49,00
175	Astrologie auf dem ATARI 800	49,00
187	Mehr als 29 Programme für den Commodore-64	29,80
8029	Z-80 Assembler-Handbuch	29,80
	BÜCHER in englischer Sprache von ELCOMP-Publishing, Inc., Los Angeles, CA.	
150	Care and Feeding of the Commodore PET	19,80
151	8K Microsoft BASIC Reference Manual	9,80
152	Expansion Handbook for 6502 and 6800	19,80
154	Complex Sound Generation Using the SN76477	9,80
156	Small Business Programs	29,80
158	The Second Book of Ohio Scientific	19,80
159	The Third Book of Ohio Scientific	29,80
160	The Fourth Book of Ohio Scientific	29,80
161	The Fifth Book of Ohio Scientific	19,80
162	ATARI Games in BASIC	19,80
163	The Peripheral Handbook (i. V.)	29,80
164	ATARI-BASIC Learning by Using	19,80
166	Programming in 6502 Machinelanguage PET/CBM	49,00
169	How the Progr. your ATARI in 6502 Machinelanguage	29,80
170	FORTH on the ATARI – Learning by Using	29,80
171	See the Future with your ATARI (Astrology)	49,00
172	Hackerbook I (Tricks + Tips for your ATARI)	29,80
173	PD-Program Descriptions (ATARI)	9,80
174	ZX-81/TIMEX Progr. i. BASIC a. Machine Lang.	29,80
176	Programs + Tricks for VIC's	29,80
177	CP/M – MBASIC and the OSBORNE	29,80
178	The APPLE in Your Hand	39,00
182	The Great Book of Games Vol. I - Games f. the C-64	29,80
183	More on the Sixtyfour (Commodore-64)	39,00
184	How to Progr. your C-64 i. 6502/10 Machinelang.	29,80
186	Small Business Programs for the Commodore-64	49,00

Der HOFACKER Verlag produziert und vertreibt neben einer sehr großen Auswahl an Fachbüchern für Elektronik und Microcomputertechnik noch:

- Leerplatinen und Bauanleitungen für Zusatzeinrichtungen für Ihren Personalcomputer, sowie
- Programme (Software) und Leercassetten (C-10) für die bedeutenden Personalcomputer.

(i. V. bedeutet: Buch ist in Vorbereitung)

HOFACKER

HOLZKIRCHEN SINGAPORE LOS ANGELES

ISBN 3-921682-04-5